



PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 11-052245

(43)Date of publication of application : 26.02.1999

.....
(51)Int.Cl. G02B 15/20

G02B 13/18

G03B 5/00

.....
(21)Application number : 09-221949 (71)Applicant : CANON INC

(22)Date of filing : 04.08.1997 (72)Inventor : HAYAKAWA SHINGO

.....
(54) ZOOM LENS HAVING VIBRATION COMPENSATING FUNCTION

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To obtain a zoom lens having a vibration compensating function capable of maintaining good optical performance over a whole variable power region in which the vibration compensation is performed in spite of the comparatively simple constitution.

SOLUTION: This zoom lens is composed, in order from an object side, of a first lens group L1 having a negative refractive power, a second lens group L2 having a positive refractive power, a third lens group L3 having a positive refractive power and a fourth lens group L4 having a positive or a negative refractive power, power variation from a wide-angle end to a telescopic end is performed by moving the first, second and third lens groups on an optical axis, the fourth lens group L4 is a fixed zoom lens and the blurr of a photographed image when the zoom lens L4 is oscillated is compensated by

moving the third lens group L3 in the direction almost perpendicular to the optical axis.

LEGAL STATUS [Date of request for examination] 07.06.2001

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number] 3486532

[Date of registration] 24.10.2003

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

* NOTICES *

JPO and INPIT are not responsible for any

damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

2.**** shows the word which can not be translated.

3.In the drawings, any words are not translated.

CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1] The 1st lens group which has negative refractive power in order [side / body], and the 2nd lens group which has forward refractive power, It consists of a 3rd lens group which has forward refractive power, and a 4th lens group which has forward or negative refractive power. On the occasion of the variable power from a wide angle edge to a tele edge, move this 1st, 2nd, and 3rd lens group, and an optical-axis top is performed. Bure of a photography image when this 4th lens group is a zoom lens which is immobilization and this zoom lens vibrates -- this 3rd lens group -- an optical axis and abbreviation -- a zoom lens with the oscillating compensation function characterized by compensating by making it move in the perpendicular direction.

[Claim 2] A zoom lens with the oscillating compensation function according to claim 1 characterized by having an aperture diaphragm near the back of said 2nd lens group.

[Claim 3] When the focal distance of f_{FW} , f_{FT} , and said 3rd lens group is set to f_3 for the synthetic focal distance of said 1st lens group [in / for the focal distance of the whole system in a wide angle edge and a tele edge / f_W , f_T , a wide angle edge, and a tele edge], and said 2nd lens group, respectively, - $0.2 < (f_W - f_T)^{1/2} / f_{FW} < 1.0$ - $1.0 < (f_W - f_T)^{1/2} / f_{FT} < 0.20$ - $0.4 < (f_W - f_T)^{1/2} / f_3$ Zoom lens with the oscillating compensation function according to claim 1 or 2 characterized by satisfying < 2.0 .

[Claim 4] Said 4th lens group contains at least one positive lens and negative lens, and sets the focal distance of this 4th lens group to f_4 , and the focal distance f_T in the tele edge of the whole system is standardized to 1. When the PETTSU bar sum of said 3rd lens group at this time and the 4th lens group is set to P_3 and P_4 , respectively, - $0.4 < (f_W - f_T)^{1/2} / f_4$ Zoom lens with the oscillating compensation function according to claim 1, 2, or 3 characterized by considering as the configuration with which are satisfied of < 0.80 - $0.5 < P_3 < 2.0$ - $0.4 < P_4 < 0.8$.

[Claim 5] When the focal distance in the tele edge of the whole system is standardized to 1 and the spherical-aberration multiplier of said 1st lens group, the 2nd lens group, and the 3rd lens group is set to I_1 , I_2 , and I_3 , respectively, - $2.0 < I_1 / I_2$ -- < -0.5 - $0.2 < I_3 / I_2$ -- $< --$ Zoom lens with the oscillating compensation

function according to claim 1, 2, 3, or 4 characterized by considering as the configuration with which are satisfied of 0.6.

[Claim 6] Said 2nd lens group and said 3rd lens group are a zoom lens with an oscillating compensation function given in any 1 term of claims 1-5 characterized by moving in one on the occasion of variable power.

[Claim 7] A zoom lens with the oscillating compensation function of claim 1-6 characterized by having the migration diaphragm which moves to the image surface side of said 3rd lens group independently of other lens groups on the occasion of variable power given in any 1 term.

[Claim 8] It is a zoom lens with the oscillating compensation function of seven given in any 1 term from claim 1 characterized by for said 2nd lens group to consist of the body side from the positive lens which turned the convex to the body side in order, the positive lens of the shape of a meniscus which turned the convex to the body side, and the negative lens of the shape of a meniscus which turned the convex to the body side, and for said 3rd lens group to consist of the lamination lens which joined the negative lens, the positive lens or the positive lens, and the negative lens

[Claim 9] Said 4th lens group is a zoom lens with the oscillating compensation

function of eight given in any 1 term from claim 1 characterized by having the negative lens which turned the concave surface to the body side, and the positive lens which turned the convex to the image surface side.

[Claim 10] It is a zoom lens with the oscillating compensation function of nine given in any 1 term from claim 1 characterized by said 1st lens group changing in order [positive lens / of the shape of a meniscus which turned the convex to the meniscus-like negative lens / with which the positive lens was turned and it turned the convex to the body side / , negative lens, and body side] from a body side.

[Claim 11] It is a zoom lens with the oscillating compensation function of nine given in any 1 term from claim 1 characterized by said 1st lens group changing in order [positive lens / of the shape of a meniscus which turned the convex to the negative lens / of the shape of a meniscus which turned the convex to the body side / , negative lens, and body side] from a body side.

[Claim 12] Sequentially from a body side, consist of a 1st lens group which has negative refractive power, a 2nd lens group which has forward refractive power, and a 3rd lens group which has forward or negative refractive power, and the variable power from a wide angle edge to a tele edge is faced. It is the zoom lens

which is made to move said 1st lens group and said 2nd lens group in an optical-axis top, and considers said 3rd lens group as immobilization. Bure of a photography image when this zoom lens vibrates -- some lens groups of said 2nd lens group -- an optical axis and abbreviation -- a zoom lens with the oscillating compensation function characterized by compensating by making it move in the perpendicular direction.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention] This invention relates to a zoom lens with the oscillating compensation function in which the device in which blurring of the photography image which is the zoom lens of a comparatively simple configuration of having had the about 3-time variable power ratio which includes the common focal distance of a wide angle region to an inside looking-far region especially about the zoom lens with the oscillating compensation function to use for a single-lens reflex camera, a video camera, etc., and is generated by accidental vibration was compensated was provided.

[0002]

[Description of the Prior Art] Many so-called standard zoom lenses which perform variable power on both sides of the becoming focal distance which spreads diagonal length, ****, etc. of a photography screen are proposed by current. Even if it pays its attention only to the configuration of the lens group for

performing variable power, there are 3, 4, 5 group configurations, and various things from 2 group configurations. Among these, although a thing (positive lead type) forward in the focal distance of the lens group arranged most at a body side becomes suitable to lengthen the focal distance of a tele edge and realize the zoom lens of a high variable power ratio, it has the inclination for lens configurations and those drives to become complicated.

[0003] Conversely, a thing (negative lead type) negative in the refractive power of the lens group arranged most at a body side becomes suitable [the focal distance of a tele edge] to realize the wide angle zoom lens and the standard zoom lens of a comparatively simple configuration which shortened the focal distance of a wide angle edge, although it is hard to lengthen not much.

[0004] The various proposals also of the zoom lens of such a negative lead are made conventionally, and what realized especially the standard zoom lens which amended many aberration for the lens group good as three groups or 4 group configurations is proposed by JP,60-40605,B, JP,63-58326,B, etc.

[0005] The 1st which has negative refractive power in order from a body side in JP,60-40605,B The 2nd which has a lens group and forward refractive power The 3rd which has a lens group and forward or negative refractive power By

considering as 3 group configurations of a lens group, the variable power ratio has mainly proposed the standard zoom lens which is about 2 times.

[0006] The 1st which has negative refractive power in order from a body side in JP,63-58326,B The 2nd which has a lens group and forward refractive power The 3rd which has a lens group and forward refractive power The 4th which has a lens group and negative refractive power By considering as 4 group configurations of a lens group, the variable power ratio has mainly proposed the standard zoom lens which is about a little less than 3 times.

[0007] a part of lens group which constitutes especially optical system as a zoom lens possessing the device in which blurring of the photography image generated by accidental vibration during photography is compensated on the other hand -- an optical axis and abbreviation -- for example, these people have proposed [the zoom lens with which it is made to move in the perpendicular direction and vibration is compensated] by JP,2-35406,A or JP,8-136862,A.

[0008] In JP,2-35406,A, the suitable operation gestalt to apply mainly to the taking lens for lens shutter cameras is indicated. 3 group zoom lens which consists of a 1st lens group which has negative refractive power in order from a body side in this official report, a 2nd lens group which has forward refractive

power, and a 3rd lens group which has negative refractive power -- setting -- some of the 3rd lens groups -- an optical axis and abbreviation -- the configuration which compensates blurring of a photography image is indicated by making it move in the perpendicular direction.

[0009] Moreover, in JP,8-136862,A, the suitable operation gestalt to apply mainly to the standard zoom lens for single-lens reflex cameras is indicated. 4 group zoom lens which consists of the 1st lens group which has forward refractive power in order from a body side in this official report, a 2nd lens group which has negative refractive power, a 3rd lens group which has forward refractive power, and a 4th lens group which has forward refractive power -- setting -- the 2nd lens group -- an optical axis and abbreviation -- the configuration which compensates blurring of a photography image is indicating by making it move in the perpendicular direction.

[0010]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] In the optical system which the parallel eccentricity of some lens groups which generally constitute a zoom lens is made to carry out perpendicularly to an optical axis, and performs vibrationproofing, although there is an advantage of not requiring special optical

system, such as adjustable vertical-angle prism, for vibrationproofing, there is a trouble that the yield of the eccentric aberration at the time of vibrationproofing increases.

[0011] Moreover, in case a vibrationproofing compensation device is carried, for example in a standard zoom lens, in order to realize the miniaturization of amending many aberration good including [in the case of oscillating compensation], or the whole equipment, it is necessary to set up appropriately predetermined conditions, such as refractive power of each lens group, and power arrangement.

[0012] This invention by moving some lens groups which constitute a zoom lens to an optical axis and a perpendicular direction, and setting up appropriately the refractive power of each lens group, power arrangement, etc., in case Bure of an image when this zoom lens vibrates (tilt) is amended Though it is a comparatively simple configuration, while maintaining good optical-character ability over all variable power regions Also when the miniaturization of the whole equipment is enabled also when the device for oscillating compensation is provided, and oscillating compensation is performed, it aims at offer of a zoom lens with the oscillating compensation function which can carry out things to

obtain a good image.

[0013]

[Means for Solving the Problem] The zoom lens with the oscillating compensation function of this invention (1-1) The 1st lens group which has negative refractive power in order [side / body], The 2nd lens group which has forward refractive power, and the 3rd lens group which has forward refractive power, And consist of 4th lens groups which have forward or negative refractive power, and on the occasion of the variable power from a wide angle edge to a tele edge, move this 1st, 2nd, and 3rd lens group, and an optical-axis top is performed. Bure of a photography image when this 4th lens group is a zoom lens which is immobilization and this zoom lens vibrates -- the 3rd lens group -- an optical axis and abbreviation -- it is characterized by compensating by making it move in the perpendicular direction.

[0014]

[Embodiment of the Invention] Drawing 1 , drawing 8 , drawing 15 , and drawing 22 are the lens sectional views of the numerical examples 1-4 of this invention. In the lens sectional view, in (A), a wide angle edge and (B) show middle, and (C) shows the zoom location of a tele edge.

[0015] The wide angle edge of the normal state of the numerical example 1 of this invention, middle, the aberration Fig. of a tele edge, drawing 5 - drawing 7 of drawing 2 - drawing 4 are the wide angle edge of the oscillating compensation condition of the numerical example 1 of this invention, middle, and the aberration Fig. of a tele edge.

[0016] The wide angle edge of the normal state of the numerical example 2 of this invention, middle, the aberration Fig. of a tele edge, drawing 12 - drawing 14 of drawing 9 - drawing 11 are the wide angle edge of the oscillating compensation condition of the numerical example 2 of this invention, middle, and the aberration Fig. of a tele edge.

[0017] The wide angle edge of the normal state of the numerical example 3 of this invention, middle, the aberration Fig. of a tele edge, drawing 19 - drawing 21 of drawing 16 - drawing 18 are the wide angle edge of the oscillating compensation condition of the numerical example 3 of this invention, middle, and the aberration Fig. of a tele edge.

[0018] The wide angle edge of the normal state of the numerical example 4 of this invention, middle, the aberration Fig. of a tele edge, drawing 26 - drawing 28 of drawing 23 - drawing 25 are the wide angle edge of the oscillating

compensation condition of the numerical example 4 of this invention, middle, and the aberration Fig. of a tele edge.

[0019] Among drawing, the 3rd lens group of forward refractive power and L4 are the 4th lens groups, the 1st lens group of refractive power negative in L1, the 2nd lens group of refractive power forward in L2, and L3 have forward refractive power in the numerical examples 1, 2, and 3, and it has negative refractive power in the numerical example 4.

[0020] While making it move, having a convex locus for the 1st lens group L1 in an image surface side like an arrow head on the occasion of the variable power from a wide angle edge to a tele edge, it is made to move to a body side in one or independently, and the 2nd lens group L2 and the 3rd lens group are performed. The 4th lens group L4 is immobilization in the case of variable power.

[0021] With this operation gestalt, Bure of a photography image when the 3rd group L3 is moved to an optical axis and a perpendicular direction and a zoom lens vibrates (tilt) is amended. SP is an aperture diaphragm, prepares behind the 2nd group L2, and is moving with the 2nd group in the case of variable power.

[0022] MP is a migration diaphragm, and prepared between the 3rd group L3 and the 4th group L4, it was made to move to a body side independently in the

case of the variable power from a wide angle edge to a tele edge, and it has cut the flare of the harmful light generated from a middle zoom location, applying to a tele edge. IP is the image surface.

[0023] The 4th lens group has at least one positive lens, negative lens, and at least one aspheric surface, and has amended many aberration good by this.

[0024] The zoom lens with the oscillating compensation function of this operation gestalt has succeeded in amending many aberration good also not only in a normal state but in an oscillating compensation condition, as the field angle of about 75 degrees and a tele edge has the variable power ratio whose variable power ratio it is about 30 degrees and is about a little less than 3 times and the field angle of a wide angle edge is shown in an aberration Fig.

[0025] Moreover, the movement magnitude of the lens group to which it is made to move for oscillating compensation of a predetermined include angle is also enough few things so that it may write together in the numerical example shown later, and it has composition effective in realizing the miniaturization of equipment. In addition, although the aberration Fig. shows only the aberration Fig. in case the object distance is a method of infinite distance, with this operation gestalt, the 1st lens group L1 is moved to a body side, the focus is

performed, and contiguity photography also has the composition that good optical-character ability is obtained.

[0026] the 3rd lens group which can amend many eccentricity aberration which is lens groups with the comparatively small outer-diameter dimension of a lens group among each lens group which the standard zoom lens negative lead type [comparatively little] of a number of a lens group which moves as shown in the lens sectional view is used for this invention, and constitutes this zoom lens, and generates on the occasion of oscillating compensation good -- an optical axis and abbreviation -- make it move in the perpendicular direction and vibration is compensating.

[0027] The fundamental lens configuration of a negative lead type standard zoom lens is 2 group zoom lens of moving an optical-axis top, in order to keep the location of the image surface constant, while the lens group of negative refractive power and the lens group of forward refractive power are arranged in order from a body side and these two lens groups decrease mutual spacing on the occasion of the variable power from a wide angle edge to a tele edge. In order to shorten the overall length of optical system here, the negative lens group arranged most at a body side is taken as the both-way locus on the

occasion of variable power.

[0028] and two positive lens groups of the 2nd and 3rd lens group which has suitable refractive power for a positive lens group -- dividing -- one 3rd lens group of them -- an optical axis and abbreviation -- vibration is compensated by making it move in the perpendicular direction.

[0029] The 4th lens group of immobilization for aberration amendment was added to the image side of this fundamental negative lead type of standard zoom lens, and many aberration is amended good. This 4th lens group has amended the comatic aberration generated mainly with the asymmetry of the whole optical system good.

[0030] The zoom lens with the oscillating compensation function of this invention Thus, the 1st lens group which has negative refractive power sequentially from a body side as a whole, The 2nd lens group which has forward refractive power, and the 3rd lens group which has forward refractive power, four lens groups of the 4th lens group which has forward or negative refractive power -- a negative lead type standard zoom lens -- constituting -- the 3rd lens group in this -- an optical axis and abbreviation -- vibration is compensated by making it move in the perpendicular direction.

[0031] this invention -- further -- the near back of the 2nd lens group -- an aperture diaphragm -- preparing -- especially -- an oscillating compensation sake -- an optical axis and abbreviation -- the outer-diameter dimension of the 3rd lens group which makes it move in the perpendicular direction was made small, and the miniaturization of equipment is realized more.

[0032] Although the zoom lens with the oscillating compensation function made into the purpose of this invention is attained by satisfying the above terms and conditions, it is good to satisfy at least one of the following terms and conditions to attain the miniaturization of the whole optical system, having still better optical-character ability.

[0033] When the focal distance of f_{FW} , f_{FT} , and said 3rd lens group is set to f_3 for the synthetic focal distance of said 1st lens group [in / for the focal distance of the whole system in [A1] wide-angle edge and a tele edge / f_W , f_T , a wide angle edge, and a tele edge], and said 2nd lens group, respectively

$$-0.2 < (f_W - f_T)^{1/2} / f_{FW} < 1.0 \dots\dots (1),$$

$$- 1.0 < (f_W - f_T)^{1/2} / f_{FT} < 0.2 \dots\dots (2)$$

$$0.4 < (f_W - f_T)^{1/2} / f_3 < 2.0 \dots\dots (3)$$

It is satisfied.

[0034] Conditional expression (1) and conditional expression (2) are formulas which specify the ratio of the geometric mean of the synthetic focal distances f_{FW} and f_{FT} of the 1st lens group in a wide angle edge and a tele edge, and the 2nd lens group, and the focal distances f_W and f_T of a wide angle edge and a tele edge, and conditional expression (3) is a formula which specifies the ratio of the geometric mean of the focal distance f_3 of the 3rd lens group, and the focal distances f_W and f_T of a wide angle edge and a tele edge.

[0035] conditional expression (1), conditional expression (2), and conditional expression (3) -- a wide angle edge and a tele edge -- setting -- an oscillating compensation sake -- an optical axis and abbreviation -- the refractive power of the 3rd lens group which moves in the perpendicular direction, and the whole lens group arranged from this at a body side was set up appropriately, and incidence was carried out to the 3rd lens group by such conditional expression, and it has set up so that the inclination of a paraxial ray to be injected from now on may become suitable.

[0036] considering as the refractive-power arrangement with which are satisfied of these terms and conditions -- the 3rd lens group -- an optical axis and abbreviation -- though the eccentric sensitivity at the time of making it move in

the perpendicular direction (movement magnitude of the image to the movement magnitude of a lens group) is maintained greatly, amendment of many eccentricity aberration is made comparatively easy. Thus, the configuration number of sheets of a lens group was lessened enough, having made it possible to enlarge eccentric sensitivity of the 3rd lens group and to lessen movement magnitude of this 3rd lens group, and having used amendment of many eccentricity aberration as comparatively easy, and much more miniaturization is realized.

[0037] [A2] Said 4th lens group contains at least one positive lens and negative lens, and sets the focal distance of this 4th lens group to f_4 , and the focal distance f_T in the tele edge of the whole system is standardized to 1. When the PETTSU bar sum of said 3rd lens group at this time and the 4th lens group is set to P_3 and P_4 , respectively $-0.4 < (f_W - f_T)^{1/2} / f_4 < 0.8$ (4)

$$0.5 < P_3 < 2.0 \text{ (5)}$$

$$-0.4 < P_4 < 0.8 \text{ (6)}$$

It is satisfied.

[0038] Conditional expression (4) is a formula which specifies the ratio of the geometric mean of the focal distance f_4 of the 4th lens group, and the focal

distances f_W and f_T of a wide angle edge and a tele edge, and conditional expression (5) and (6) are formulas which specify the PETTSU bar sum of the 3rd lens group and the 4th lens group itself and to specify.

[0039] After considering as the refractive-power arrangement with which are satisfied of above-mentioned conditional expression (1), conditional expression (2), and conditional expression (3), this invention Furthermore according to such conditional expression (4), conditional expression (5), and conditional expression (6), by setting up the refractive power of said 4th lens group comparatively weakly, and setting the PETTSU bar sum as a suitable value In case the 3rd lens group is moved to an optical axis and an abbreviation perpendicular direction and vibration is compensated, it has amended good especially about the eccentric curvature of field to generate.

[0040] When the focal distance in the tele edge of [A3] whole system is standardized to 1 and the spherical-aberration multiplier of said 1st lens group, the 2nd lens group, and the 3rd lens group is set to I_1 , I_2 , and I_3 , respectively, it is $-2.0 < I_1/I_2 < -0.5$ (7)

$-0.2 < I_3/I_2 < -0.6$ (8)

It is satisfied.

[0041] Conditional expression (7) is a formula which specifies the ratio of the value of a spherical-aberration multiplier [in / in conditional expression (8) / the tele edge about said 3rd lens group and said 2nd lens group] about said 1st lens group and said 2nd lens group. By conditional expression (7), the spherical-aberration multiplier of said 1st lens group and said 2nd lens group is distributed so that an absolute value may turn into a near value with an opposite sign, and optical system consists of these whole lens group so that it may become a small value.

[0042] Moreover, it constitutes so that it may become a fairly small value compared with the value of the spherical-aberration multiplier of said 2nd lens group about the value of the spherical-aberration multiplier of said 3rd lens group by conditional expression (8). Although it is desirable for the value of the spherical-aberration multiplier of the whole optical system to turn into a small value, of course on the occasion of the design of optical system, the degree of freedom that it can enlarge, respectively or can be made small exists in the value of the spherical-aberration multiplier of each lens group.

[0043] By setting up the residual spherical aberration of each lens group

appropriately using this degree of freedom, such conditional expression specifies the conditions for amending good about eccentric comatic aberration, especially though it is small lens number of sheets. In addition, that especially such conditional expression has prescribed the tele edge takes into consideration that it is in the inclination it to become more remarkable than a wide angle edge the image of the photograph center by eccentricity deteriorating the direction of a tele edge, on the occasion of amendment of the variation rate of an image.

[0044] In addition, in the numerical examples 1-4, although it is not changing, spacing for the variable power of said 2nd lens group and said 3rd lens group may change spacing of these lens groups, and according to this, it can amend fluctuation of many aberration for variable power still better.

[0045] If these lens spacing is not changed and it is made to make it move in one on the occasion of variable power, there are the features that a device becomes simple. Any operation gestalt becomes effective for each purpose.

[0046] In addition, in the lens configuration to which the 2nd lens group and the 3rd lens group are moved in one on the occasion of variable power, these lens groups may be dealt with as one lens group (it becomes the new 2nd lens

group.), and the 3rd lens group to which it is made to move for oscillating compensation may be dealt with as some lens groups of the 2nd lens group.

[0047] At this time, the 4th lens group turns into the 3rd lens group, and this invention can be dealt with as a zoom lens which consists of three lens groups as a whole. At this time, the basic configuration of a zoom lens with the oscillating compensation function of this invention Sequentially from a body side, consist of a 1st lens group which has negative refractive power, a 2nd lens group which has forward refractive power, and a 3rd lens group which has forward or negative refractive power, and the variable power from a wide angle edge to a tele edge is faced. It is the zoom lens which is made to move said 1st lens group and said 2nd lens group in an optical-axis top, and considers said 3rd lens group as immobilization. Bure of a photography image when this zoom lens vibrates -- some lens groups of said 2nd lens group -- an optical axis and abbreviation -- it will compensate by making it move in the perpendicular direction.

[0048] [A4] Said 2nd lens group consists of the body side from the positive lens which turned the convex to the body side in order, the positive lens of the shape of a meniscus which turned the convex to the body side, and the negative lens of the shape of a meniscus which turned the convex to the body side, and said 3rd

lens group is consisting of the lamination lens which joined the negative lens, the positive lens or the positive lens, and the negative lens. This has obtained high optical-character ability over all variable power range.

[0049] [A5] Said 4th lens group is having the negative lens which turned the concave surface to the body side, and the positive lens which turned the convex to the image surface side. This has obtained high optical-character ability over the whole screen.

[0050] It is consisting of the meniscus-like negative lens with which said 1st lens group's turned the positive lens, and turned the convex to the body side, the negative lens, and the positive lens of the shape of a meniscus which turned the convex to the body side in order [side / [A6] body]. This has obtained high optical-character ability over the whole screen.

[0051] This invention has realized the zoom lens with a comparatively simple and good oscillating compensation vibrationproofing function in this way by improving suitably some lens groups which constitute it using the description of each lens group of a negative lead type standard zoom lens.

[0052] in addition -- the eccentric aberration generated when some lens groups of optical system carry out eccentricity in the direction perpendicular to an optical

axis -- "optics" -- it is indicated by No. 12 of the 24th volume (December, 1995) etc.

[0053] Aberration component δY on the image surface generated with the eccentricity (eccentricity E) of the form where it displaces horizontally to the reference axis of optical system $Y(E)$, and $\delta Z(E)$ are expressed with the following forms when setting to (R, ϕ) the polar coordinate which expresses the incidence location of the beam of light on ω and an entrance pupil for the field angle showing the location of the object point.

$$[0054] \delta Y(E) = -(E/2\alpha') \left[(\delta E) + \tan^2 \omega \{3(VE1) - (VE2)\} + 2R \cos \phi \tan \omega \{3(IIE) + (PE)\} + R^2 \right] (IIE (2 + \cos 2\phi))$$

$$\delta Z(E) = -(E/2\alpha') \left[2R \sin \phi \tan \omega \{3(IIE) + (PE)\} + R^2 \sin 2\phi (IIE) \right] --$$

the value of a body paraxial ray $[\text{in } / \text{ in } \alpha' \text{ in the right-hand side of these formulas} / \text{ the image space of optical system}]$ -- Moreover, (δE) , $(VE1)$, $(VE2)$, (IIE) , (PE) , and (IIE) are constants decided by structure of the optical system called an eccentric aberration coefficient. The element in optical system which carries out eccentricity, and the part located in the back are related to the value of these eccentric aberration coefficients, and a front part is not related at all from the element which carries out eccentricity.

[0055] then -- if the part in optical system which carries out eccentricity is made to call Element A and the part of the back Element B as shown in drawing 29 -- the value of an eccentric aberration coefficient -- the paraxial trace value before and behind Element A, and Elements A and B -- it is expressed as follows using the value of each 3rd aberration coefficient. In addition, paraxial trace value α_A , α'_A , α_A , α'_A . The include angle to make shall be expressed as an optical axis in the space before and behind the element in which a body paraxial ray and a pupil paraxial ray (it is bar upwards it is shown that the attached amount is a thing about a pupil paraxial ray) carry out eccentricity, respectively.

$$[0056] \quad (\Delta E) = -2(\alpha'_A - \alpha_A) \quad (VE1) = \{\alpha'_A \quad VB - \alpha_A (VA+VB)\} - \{\alpha'_A \quad IIB - \alpha_A (IIA+IIB)\}$$

$$(VE2) = \alpha'_A PB - \alpha_A (PA+PB)$$

$$(III E) = \{\alpha'_A \quad IIB - \alpha_A (IIA+IIB)\} - \{\alpha'_A \quad IIB - \alpha_A \quad A\} (IIA + II B)$$

$$(PE) = \alpha'_A P B - \alpha_A (IIE (PA+PB)) = \{\alpha'_A \quad IIB - \alpha_A \quad A\} (IIA+IIB) - \{\alpha'_A \quad IB - \alpha_A (IA+IB)\}$$

Here, for eccentric distortion addition aberration and (III E), zero migration and (VE1 of (ΔE)) are [eccentric distortion aberration and (VE2)] eccentric

aberration coefficients as which eccentric astigmatism and (PE) express an eccentric curvature of field, and (IIE) expresses eccentric comatic aberration, respectively.

[0057] The zoom lens with the oscillating compensation function of this invention has amended small enough generating of the eccentric aberration characterized in this way by considering as the above configurations.

[0058] Next, the numerical example of this invention is shown. a numerical example -- setting -- r_i -- a body side -- the i -th lens thickness and air spacing, and n_i and n_{ui} are the radius of curvatures of the i -th lens side, and d_i is the refractive index and the Abbe number of glass of the i -th lens in order from an each body side in a body side. Moreover, the relation between the above-mentioned monograph affair type and many numeric values in a numerical example is shown in Table -1.

[0059] Moreover, an aspheric surface configuration is [0060], when set the radius of curvature of the core of a lens side to R , the X-axis is set as the direction of an optical axis (travelling direction of light), a Y-axis is set as an optical axis and a perpendicular direction and B , C , D , and E are made into an aspheric surface multiplier, respectively.

[Equation 1]

It expresses with the becoming formula. Moreover, "D-0X" means "x10-X."

[0061]

[External Character 1]

[0062]

[External Character 2]

[0063]

[External Character 3]

[0064]

[External Character 4]

[0065]

[Table 1]

[0066]

[Effect of the Invention] According to this invention, some lens groups which constitute a zoom lens are moved to an optical axis and a perpendicular direction as mentioned above. In case of an image when this zoom lens vibrates (tilt) is amended, by setting up appropriately the refractive power of each lens group, power arrangement, etc. Though it is a comparatively simple configuration, while maintaining good optical-character ability over all variable power regions Also when the miniaturization of the whole equipment is enabled also when the device for oscillating compensation is provided, and oscillating compensation is performed, a zoom lens with the oscillating compensation function which can carry out things to obtain a good image can be attained.

DESCRIPTION OF DRAWINGS

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] The lens sectional view of the numerical example 1 of this invention

[Drawing 2] The aberration Fig. of the wide angle edge of the reference condition
of the numerical example 1 of this invention

[Drawing 3] The middle aberration Fig. of the reference condition of the numerical example 1 of this invention

[Drawing 4] The aberration Fig. of the tele edge of the reference condition of the numerical example 1 of this invention

[Drawing 5] The aberration Fig. of the wide angle edge of the oscillating compensation condition of the numerical example 1 of this invention

[Drawing 6] The middle aberration Fig. of the oscillating compensation condition of the numerical example 1 of this invention

[Drawing 7] The aberration Fig. of the tele edge of the oscillating compensation condition of the numerical example 1 of this invention

[Drawing 8] The lens sectional view of the numerical example 2 of this invention

[Drawing 9] The aberration Fig. of the wide angle edge of the reference condition of the numerical example 2 of this invention

[Drawing 10] The middle aberration Fig. of the reference condition of the numerical example 2 of this invention

[Drawing 11] The aberration Fig. of the tele edge of the reference condition of the numerical example 2 of this invention

[Drawing 12] The aberration Fig. of the wide angle edge of the oscillating

compensation condition of the numerical example 2 of this invention

[Drawing 13] The middle aberration Fig. of the oscillating compensation condition of the numerical example 2 of this invention

[Drawing 14] The aberration Fig. of the tele edge of the oscillating compensation condition of the numerical example 2 of this invention

[Drawing 15] The lens sectional view of the numerical example 3 of this invention

[Drawing 16] The aberration Fig. of the wide angle edge of the reference condition of the numerical example 3 of this invention

[Drawing 17] The middle aberration Fig. of the reference condition of the numerical example 3 of this invention

[Drawing 18] The aberration Fig. of the tele edge of the reference condition of the numerical example 3 of this invention

[Drawing 19] The aberration Fig. of the wide angle edge of the oscillating compensation condition of the numerical example 3 of this invention

[Drawing 20] The middle aberration Fig. of the oscillating compensation condition of the numerical example 3 of this invention

[Drawing 21] The aberration Fig. of the tele edge of the oscillating compensation condition of the numerical example 3 of this invention

[Drawing 22] The lens sectional view of the numerical example 4 of this invention

[Drawing 23] The aberration Fig. of the wide angle edge of the reference condition of the numerical example 4 of this invention

[Drawing 24] The middle aberration Fig. of the reference condition of the numerical example 4 of this invention

[Drawing 25] The aberration Fig. of the tele edge of the reference condition of the numerical example 4 of this invention

[Drawing 26] The aberration Fig. of the wide angle edge of the oscillating compensation condition of the numerical example 4 of this invention

[Drawing 27] The middle aberration Fig. of the oscillating compensation condition of the numerical example 4 of this invention

[Drawing 28] The aberration Fig. of the tele edge of the oscillating compensation condition of the numerical example 4 of this invention

[Drawing 29] The explanatory view about the aberration of optical system with eccentricity

[Description of Notations]

L1 The 1st lens group

L2 The 2nd lens group

L3 The 3rd lens group

L4 The 4th lens group

SP Aperture diaphragm

MP Migration diaphragm

IP Image surface

d d line

g g line

ΔS Sagittal image surface

ΔM Meridional image surface

h Image quantity

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-52245

(43) 公開日 平成11年(1999) 2月26日

(51) Int.Cl.⁵

識別記号

F I

G 0 2 B 15/20

G 0 2 B 15/20

13/18

13/18

G 0 3 B 5/00

G 0 3 B 5/00

J

審査請求 未請求 請求項の数12 F D (全 23 頁)

(21) 出願番号

特願平9-221949

(22) 出願日

平成9年(1997) 8月4日

(71) 出願人 000001007

キヤノン株式会社

東京都大田区下丸子3丁目30番2号

(72) 発明者 早川 慎吾

東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤ

ノン株式会社内

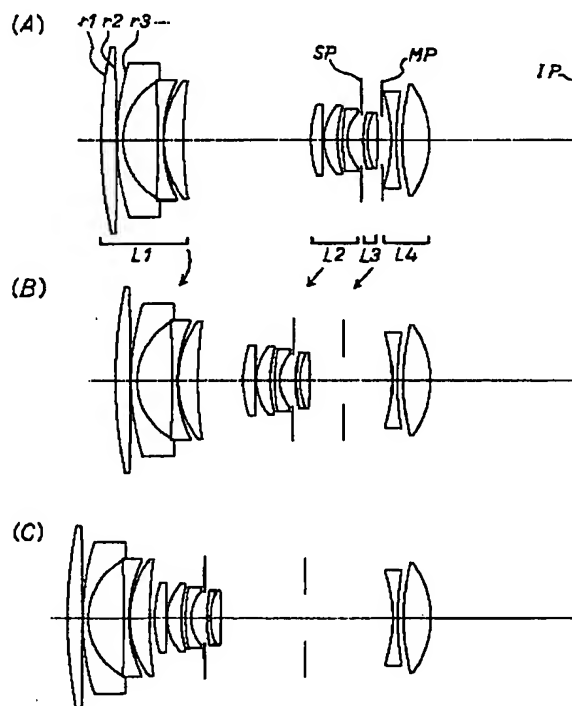
(74) 代理人 弁理士 高梨 幸雄

(54) 【発明の名称】 振動補償機能を有したズームレンズ

(57) 【要約】

【課題】 比較的簡易な構成でありながらも振動補償を行った全変倍域にわたって良好な光学性能を維持することのできる振動補償機能を有したズームレンズを得ること。

【解決手段】 物体側より順に、負の屈折力を有する第1レンズ群と、正の屈折力を有する第2レンズ群と、正の屈折力を有する第3レンズ群、そして正または負の屈折力を有する第4レンズ群より構成され、広角端から望遠端への変倍に際して該第1、第2、第3レンズ群を光軸上を移動させて行い、該第4レンズ群は固定であるズームレンズであって、該ズームレンズが振動したときの撮影画像のブレを第3レンズ群を光軸と略垂直な方向に移動させて補償を行なうこと。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 物体側より順に、負の屈折力を有する第 1 レンズ群と、正の屈折力を有する第 2 レンズ群と、正の屈折力を有する第 3 レンズ群、そして正または負の屈折力を有する第 4 レンズ群より構成され、広角端から望遠端への変倍に際して該第 1、第 2、第 3 レンズ群を光軸上を移動させて行い、該第 4 レンズ群は固定であるズームレンズであって、該ズームレンズが振動したときの撮影画像のブレを該第 3 レンズ群を光軸と略垂直な方向に移動させて補償を行なうことを特徴とする振動補償機能を有したズームレンズ。

【請求項 2】 前記第 2 レンズ群の後方近傍に開口絞りを有することを特徴とする請求項 1 に記載の振動補償機能を有したズームレンズ。

【請求項 3】 広角端と望遠端における全系の焦点距離をそれぞれ f_W 、 f_T 、広角端と望遠端における前記第 1 レンズ群と前記第 2 レンズ群の合成焦点距離をそれぞれ f_{FW} 、 f_{FT} 、前記第 3 レンズ群の焦点距離を f_3 としたとき、

$$-0.2 < (f_W \cdot f_T)^{1/2} / f_{FW} < 1.0$$

$$-1.0 < (f_W \cdot f_T)^{1/2} / f_{FT} < 0.2$$

$$0.4 < (f_W \cdot f_T)^{1/2} / f_3 < 2.0$$

を満足することを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載の振動補償機能を有したズームレンズ。

【請求項 4】 前記第 4 レンズ群は、少なくとも 1 枚の正レンズと負レンズを含んでおり、該第 4 レンズ群の焦点距離を f_4 とし、全系の望遠端における焦点距離 f_T を 1 に規格化して、このときの前記第 3 レンズ群と第 4 レンズ群のペッツバル和をそれぞれ P_3 、 P_4 としたとき、

$$-0.4 < (f_W \cdot f_T)^{1/2} / f_4 < 0.8$$

$$0.5 < P_3 < 2.0$$

$$-0.4 < P_4 < 0.8$$

を満足する構成としたことを特徴とする請求項 1、2 又は 3 に記載の振動補償機能を有したズームレンズ。

【請求項 5】 全系の望遠端における焦点距離を 1 に規格化し、前記第 1 レンズ群、第 2 レンズ群、そして第 3 レンズ群の球面収差係数をそれぞれ I_1 、 I_2 、 I_3 としたとき、

$$-2.0 < I_1 / I_2 < -0.5$$

$$-0.2 < I_3 / I_2 < 0.6$$

を満足する構成としたことを特徴とする請求項 1、2、3 又は 4 に記載の振動補償機能を有したズームレンズ。

【請求項 6】 前記第 2 レンズ群と前記第 3 レンズ群は変倍に際して一体的に移動することを特徴とする請求項 1 から 5 のいずれか 1 項に記載の振動補償機能を有したズームレンズ。

【請求項 7】 前記第 3 レンズ群の像面側に変倍に際して他のレンズ群と独立に移動する移動絞りを有していることを特徴とする請求項 1 ～ 6 のいずれか 1 項記載の振

動補償機能を有したズームレンズ。

【請求項 8】 前記第 2 レンズ群は物体側より順に物体側に凸面を向けた正レンズ、物体側に凸面を向けたメニスカス状の正レンズ、物体側に凸面を向けたメニスカス状の負レンズより成っており、前記第 3 レンズ群は負レンズと正レンズ、又は正レンズと負レンズとを接合した貼合わせレンズより成っていることを特徴とする請求項 1 から 7 のいずれか 1 項記載の振動補償機能を有したズームレンズ。

【請求項 9】 前記第 4 レンズ群は物体側に凹面を向けた負レンズと像面側に凸面を向けた正レンズとを有していることを特徴とする請求項 1 から 8 のいずれか 1 項記載の振動補償機能を有したズームレンズ。

【請求項 10】 物体側より順に前記第 1 レンズ群は正レンズ、物体側に凸面を向けたメニスカス状の負レンズ、負レンズそして物体側に凸面を向けたメニスカス状の正レンズより成っていることを特徴とする請求項 1 から 9 のいずれか 1 項記載の振動補償機能を有したズームレンズ。

【請求項 11】 物体側より順に前記第 1 レンズ群は物体側に凸面を向けたメニスカス状の負レンズ、負レンズそして物体側に凸面を向けたメニスカス状の正レンズより成っていることを特徴とする請求項 1 から 9 のいずれか 1 項記載の振動補償機能を有したズームレンズ。

【請求項 12】 物体側から順に、負の屈折力を有する第 1 レンズ群、正の屈折力を有する第 2 レンズ群、正または負の屈折力を有する第 3 レンズ群より構成され、広角端から望遠端への変倍に際して、前記第 1 レンズ群、及び前記第 2 レンズ群を光軸上を移動させ、前記第 3 レンズ群を固定とするズームレンズであって、該ズームレンズが振動したときの撮影画像のブレを前記第 2 レンズ群の一部のレンズ群を光軸と略垂直な方向に移動させて補償を行なうことを特徴とする振動補償機能を有したズームレンズ。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、一眼レフカメラやビデオカメラ等に用いる振動補償機能を有したズームレンズに関するものであり、特に広角域から中望遠域の常用焦点距離を包含する 3 倍程度の変倍比を持った比較的簡易な構成のズームレンズであって、かつ偶発的な振動により発生する撮影画像のぶれを補償する機構を具備した振動補償機能を有したズームレンズに関するものである。

【0002】

【従来の技術】撮影画面の対角長と略々等しくなる焦点距離を挟んで変倍を行なう、所謂標準ズームレンズは現在までに数多く提案されている。変倍を行なうためのレンズ群の構成だけに着目しても、2 群構成から 3、4、5 群構成とさまざまなものがある。これらのうち、最も

物体側に配置されるレンズ群の焦点距離が正のもの（ポジティブリードタイプ）は、望遠端の焦点距離を長くして高変倍比のズームレンズを実現するのに好適となるものの、レンズ構成やそれらの駆動機構が複雑になる傾向がある。

【0003】逆に最も物体側に配置されるレンズ群の屈折力が負のもの（ネガティブリードタイプ）は、望遠端の焦点距離はあまり長くし難いものの、広角端の焦点距離を短くした広角ズームレンズや比較的簡易な構成の標準ズームレンズを実現するのに好適となる。

【0004】このようなネガティブリードのズームレンズも従来より各種提案されており、特に、レンズ群を3群、あるいは4群構成として諸収差を良好に補正した標準ズームレンズを実現したものが、例えば特公昭60-40605号公報や特公昭63-58326号公報等で提案されている。

【0005】特公昭60-40605号公報では、物体側から順に負の屈折力を有する第1 レンズ群、正の屈折力を有する第2 レンズ群、正または負の屈折力を有する第3 レンズ群の3群構成とすることによって、主として変倍比が2倍程度の標準ズームレンズを提案している。

【0006】特公昭63-58326号公報では、物体側から順に負の屈折力を有する第1 レンズ群、正の屈折力を有する第2 レンズ群、正の屈折力を有する第3 レンズ群、負の屈折力を有する第4 レンズ群の4群構成とすることによって、主として変倍比が3倍弱程度の標準ズームレンズを提案している。

【0007】一方、撮影中、偶発的な振動により発生する撮影画像のぶれを補償する機構を具備したズームレンズとして、特に光学系を構成するレンズ群の一部を光軸と略垂直な方向に移動させて振動を補償するズームレンズが、例えば本出願人が特開平2-35406 号公報や特開平8-136862号公報で提案している。

【0008】特開平2-35406 号公報では、主としてレンズシャッターカメラ用の撮影レンズに適用するのに好適な実施形態を開示している。同公報では物体側から順に負の屈折力を有する第1 レンズ群、正の屈折力を有する第2 レンズ群、そして負の屈折力を有する第3 レンズ群より構成される3群ズームレンズにおいて、その一部の第3 レンズ群を光軸と略垂直な方向に移動させることによって撮影画像のぶれを補償する構成を開示している。

【0009】又、特開平8-136862号公報では、主として一眼レフカメラ用の標準ズームレンズに適用するのに好適な実施形態を開示している。同公報では物体側から順に正の屈折力を有する第1 レンズ群、負の屈折力を有する第2 レンズ群、正の屈折力を有する第3 レンズ群、そして正の屈折力を有する第4 レンズ群より構成される4群ズームレンズにおいて、その第2 レンズ群を光軸と略垂直な方向に移動させることによって撮影画像のぶれを補償する構成等を開示している。

【0010】

【発明が解決しようとする課題】一般にズームレンズを構成する一部のレンズ群を光軸に対して垂直方向に平行偏心させて防振を行なう光学系においては、防振の為に可変頂角プリズム等の特別な光学系は要しないという利点はあるが、防振時における偏心収差の発生量が多くなってくるという問題点がある。

【0011】又、例えば標準ズームレンズに防振補償機構を搭載する際には振動補償の際も含めて諸収差を良好に補正することや装置全体の小型化を実現する為に各レンズ群の屈折力やパワー配置等の所定の条件を適切に設定することが必要となってくる。

【0012】本発明は、ズームレンズを構成する一部のレンズ群を光軸と垂直方向に移動させて、該ズームレンズが振動（傾動）したときの画像のブレを補正する際、各レンズ群の屈折力やパワー配置等を適切に設定することによって、比較的簡易な構成でありながらも全変倍域にわたって良好な光学性能を維持するとともに、振動補償のための機構を具備した際にも装置全体の小型化を可能とし、かつ振動補償を行なった際にも良好な画像を得ることできる振動補償機能を有したズームレンズの提供を目的とする。

【0013】

【課題を解決するための手段】本発明の振動補償機能を有したズームレンズは、

(1-1) 物体側より順に、負の屈折力を有する第1 レンズ群と、正の屈折力を有する第2 レンズ群と、正の屈折力を有する第3 レンズ群、そして正または負の屈折力を有する第4 レンズ群より構成され、広角端から望遠端への変倍に際して該第1、第2、第3 レンズ群を光軸上を移動させて行い、該第4 レンズ群は固定であるズームレンズであって、該ズームレンズが振動したときの撮影画像のブレを第3 レンズ群を光軸と略垂直な方向に移動させて補償を行なうことを特徴としている。

【0014】

【発明の実施の形態】図1、図8、図15、図22は本発明の数値実施例1～4のレンズ断面図である。レンズ断面図において（A）は広角端、（B）は中間、（C）は望遠端のズーム位置を示している。

【0015】図2～図4は本発明の数値実施例1の通常状態の広角端、中間、望遠端の収差図、図5～図7は本発明の数値実施例1の振動補償状態の広角端、中間、望遠端の収差図である。

【0016】図9～図11は本発明の数値実施例2の通常状態の広角端、中間、望遠端の収差図、図12～図14は本発明の数値実施例2の振動補償状態の広角端、中間、望遠端の収差図である。

【0017】図16～図18は本発明の数値実施例3の通常状態の広角端、中間、望遠端の収差図、図19～図21は本発明の数値実施例3の振動補償状態の広角端、中間、望遠端の収差図である。

【0018】図23～図25は本発明の数値実施例4の通常状態の広角端、中間、望遠端の収差図、図26～図28は本発明の数値実施例4の振動補償状態の広角端、中間、望遠端の収差図である。

【0019】図中、L1は負の屈折力の第1レンズ群、L2は正の屈折力の第2レンズ群、L3は正の屈折力の第3レンズ群、L4は第4レンズ群であり、数値実施例1、2、3では正の屈折力を有し、数値実施例4では負の屈折力を有している。

【0020】広角端から望遠端への変倍に際して矢印のように第1レンズ群L1を像面側に凸状の軌跡を有しつつ移動させるとともに第2レンズ群L2と第3レンズ群を一体的に又は独立に物体側へ移動させて行っている。第4レンズ群L4は変倍の際、固定である。

【0021】本実施形態では第3群L3を光軸と垂直方向に移動させてズームレンズが振動（傾動）したときの撮影画像のブレを補正している。SPは開口絞りであり、第2群L2の後方に設け、変倍の際に第2群とともに移動している。

【0022】MPは移動絞りであり、第3群L3と第4群L4との間に設け、広角端から望遠端への変倍の際に独立に物体側へ移動させて、中間のズーム位置から望遠端にかけて発生する有害光のフレアーをカットしている。IPは像面である。

【0023】第4レンズ群は少なくとも1枚の正レンズと負レンズ、そして少なくとも1つの非球面を有しており、これによって諸収差を良好に補正している。

【0024】本実施形態の振動補償機能を有したズームレンズは、広角端の画角が75°程度、望遠端の画角が30°程度であって、変倍比が3倍弱程度の変倍比を持ち、収差図に示されるように通常状態のみならず振動補償状態においても諸収差を良好に補正することに成功している。

【0025】また、所定角度の振動補償のために移動させるレンズ群の移動量も、後に示す数値実施例に併記するように十分に少ないものとなっており、装置の小型化を実現するのに有効な構成となっている。なお、収差図では物体距離が無遠方（無限遠方）のときの収差図のみを示しているが、本実施形態では第1レンズ群L1を物体側に移動させて焦点調節を行っており、近接撮影も良好なる光学性能が得られる構成となっている。

【0026】本発明は、レンズ断面図に示したように移動するレンズ群の数の比較的少ないネガティブリードタイプの標準ズームレンズを採用し、このズームレンズを構成する各レンズ群のうちレンズ群の外径寸法が比較的*

$$\begin{aligned} & -0.2 < (fW \cdot fT)^{1/2} \\ & -1.0 < (fW \cdot fT)^{1/2} \\ & 0.4 < (fW \cdot fT)^{1/2} \end{aligned}$$

を満足することである。

【0034】条件式（1）、及び条件式（2）は、広角

* 小さいレンズ群であって、かつ振動補償に際して発生する諸偏心収差を良好に補正することのできる第3レンズ群を光軸と略垂直な方向に移動させて振動の補償を行なっている。

【0027】ネガティブリードタイプの標準ズームレンズの基本的なレンズ構成は、物体側から順に負の屈折力のレンズ群と正の屈折力のレンズ群を配置させ、広角端から望遠端への変倍に際して、これら2つのレンズ群を互いの間隔を減少させながら像面の位置を一定に保つために光軸上を移動させるという2群ズームレンズである。ここで光学系の全長を短くするために最も物体側に配置される負レンズ群は変倍に際して往復軌跡としている。

【0028】そして正レンズ群を適切な屈折力を有する第2、第3レンズ群の2つの正レンズ群に分割して、そのうちの一方の第3レンズ群を光軸と略垂直な方向に移動させることによって振動の補償を行なっている。

【0029】この基本的なネガティブリードタイプの標準ズームレンズの像側に収差補正のための固定の第4レンズ群を付加して諸収差を良好に補正している。この第4レンズ群により、主として光学系全体の非対称性によって発生するコマ収差等を良好に補正している。

【0030】本発明の振動補償機能を有したズームレンズは、このようにして全体として物体側から順に、負の屈折力を有する第1レンズ群と、正の屈折力を有する第2レンズ群と、正の屈折力を有する第3レンズ群と、正または負の屈折力を有する第4レンズ群の4つのレンズ群によってネガティブリードタイプの標準ズームレンズを構成し、この中の第3レンズ群を光軸と略垂直な方向に移動させることによって振動の補償を行なっている。

【0031】本発明は、さらに第2レンズ群の後方近傍に開口絞りを設けて、特に振動補償のために光軸と略垂直な方向に移動させる第3レンズ群の外径寸法を小さくして、より装置の小型化を実現している。

【0032】本発明の目的とする振動補償機能を有したズームレンズは以上の諸条件を満足することにより達成されるが、更に良好なる光学性能を有しつつ、光学系全体の小型化を図るには次の諸条件のうち少なくとも1つを満足させるのが良い。

【0033】[A1] 広角端と望遠端における全系の焦点距離をそれぞれfW、fT、広角端と望遠端における前記第1レンズ群と前記第2レンズ群の合成焦点距離をそれぞれfFW、fFT、前記第3レンズ群の焦点距離をf3としたとき、

$$/fFW < 1.0 \quad \cdots \cdots (1)$$

$$/fFT < 0.2 \quad \cdots \cdots (2)$$

$$/f3 < 2.0 \quad \cdots \cdots (3)$$

端、及び望遠端における第1レンズ群と第2レンズ群の合成焦点距離fFW、fFTと、広角端と望遠端の焦点

距離 f_W , f_T の相乗平均値の比を規定する式であって、条件式 (3) は、第 3 レンズ群の焦点距離 f_3 と、広角端と望遠端の焦点距離 f_W , f_T の相乗平均値の比を規定する式である。

【0035】条件式 (1), 条件式 (2), 及び条件式 (3) によって、広角端、及び望遠端において、振動補償のために光軸と略垂直な方向に移動する第 3 レンズ群と、これより物体側に配置されるレンズ群全体の屈折力を適切に設定しており、これらの条件式によって、第 3 レンズ群に入射し、これから射出する近軸光線の傾角が

【0036】これらの諸条件を満足する屈折力配置とすることにより、第 3 レンズ群を光軸と略垂直な方向に移*

$$-0.4 < (f_W \cdot f_T)^{1/2} / f_4 < 0.8 \quad \cdots \cdots (4)$$

$$0.5 < P_3 < 2.0 \quad \cdots \cdots (5)$$

$$-0.4 < P_4 < 0.8 \quad \cdots \cdots (6)$$

を満足することである。

【0038】条件式 (4) は、第 4 レンズ群の焦点距離 f_4 と、広角端と望遠端の焦点距離 f_W , f_T の相乗平均値の比を規定する式であって、条件式 (5) 及び

【0039】本発明は、上述の条件式 (1)、条件式 (2)、及び条件式 (3) を満足する屈折力配置とした上で、さらにこれらの条件式 (4)、条件式 (5)、及び条件式 (6) に従って、前記第 4 レンズ群の屈折力を比較的弱く設定して、またペッツバル和を適切な値に設定することによって、第 3 レンズ群を光軸と略垂直方向に移動させて振動の補償を行なう際に発生する偏心像面湾曲について特に良好に補正している。

【0040】[A3] 全系の望遠端における焦点距離を 1 に規格化し、前記第 1 レンズ群、第 2 レンズ群、そして第 3 レンズ群の球面収差係数をそれぞれ I_1 , I_2 , I_3 としたとき、

$$-2.0 < I_1 / I_2 < -0.5 \quad \cdots \cdots (7)$$

$$-0.2 < I_3 / I_2 < 0.6 \quad \cdots \cdots (8)$$

を満足することである。

【0041】条件式 (7) は前記第 1 レンズ群と前記第 2 レンズ群について、条件式 (8) は前記第 3 レンズ群と前記第 2 レンズ群についての望遠端における球面収差係数の値の比を規定する式である。条件式 (7) によって前記第 1 レンズ群と前記第 2 レンズ群の球面収差係数を異符号で絶対値が近い値となるように配分して、これらのレンズ群全体では小さい値となるように光学系を構成している。

【0042】また条件式 (8) によって前記第 3 レンズ群の球面収差係数の値を前記第 2 レンズ群の球面収差係数の値と比べて相当に小さい値となるように構成している。光学系の設計に際して、もちろん光学系全体の球面収差係数の値は小さい値となるのが望ましいが、各レン

* 動かせるときの偏心敏感度 (レンズ群の移動量に対する像の移動量) を大きく維持しながらも諸偏心収差の補正を比較的容易としている。このように第 3 レンズ群の偏心敏感度を大きくして、この第 3 レンズ群の移動量を少なくすることを可能とし、また諸偏心収差の補正を比較的容易として、レンズ群の構成枚数を十分に少なくして、一層の小型化を実現している。

【0037】[A2] 前記第 4 レンズ群は、少なくとも 1 枚の正レンズと負レンズを含んでおり、該第 4 レンズ群の焦点距離を f_4 とし、また全系の望遠端における焦点距離 f_T を 1 に規格化して、このときの前記第 3 レンズ群と第 4 レンズ群のペッツバル和をそれぞれ P_3 , P_4 としたとき

ズ群の球面収差係数の値にはそれぞれ大きくしたり小さくしたりすることができるといふ自由度が存在している。

【0043】これらの条件式はこの自由度を利用して各レンズ群の残存球面収差を適切に設定することにより、少ないレンズ枚数でありながらも特に偏心コマ収差について良好に補正するための条件を規定したものである。なお、これらの条件式で特に望遠端について規定しているのは、画像の変位の補正に際して、望遠端の方が広角端よりも偏心による画面中心の画像の劣化が顕著となる傾向にあることを考慮したものである。

【0044】尚、数値実施例 1~4 において、前記第 2 レンズ群と前記第 3 レンズ群の変倍に際しての間隔は変化していないが、これらのレンズ群の間隔を変化させても良く、これによれば、変倍に際しての諸収差の変動を更に良好に補正することができる。

【0045】これらのレンズ間隔を変化させず変倍に際して一体的に移動させるようにすれば機構が簡略になるという特長がある。いずれの実施形態もそれぞれの目的により有効となる。

【0046】尚、第 2 レンズ群と第 3 レンズ群を変倍に際して一体的に移動させるレンズ構成において、これらのレンズ群を 1 つのレンズ群 (新たな第 2 レンズ群となる。) として取り扱い、振動補償の為に移動させる第 3 レンズ群を第 2 レンズ群の一部のレンズ群として取り扱っても良い。

【0047】このとき第 4 レンズ群は第 3 レンズ群となり、本発明は全体として 3 つのレンズ群より成るズームレンズとして取り扱うことができる。このとき本発明の振動補償機能を有したズームレンズの基本構成は、物体側から順に、負の屈折力を有する第 1 レンズ群、正の屈折力を有する第 2 レンズ群、正または負の屈折力を有する第 3 レンズ群より構成され、広角端から望遠端への変倍に際して、前記第 1 レンズ群、及び前記第 2 レンズ群

を光軸上を移動させ、前記第 3 レンズ群を固定とするズームレンズであって、該ズームレンズが振動したときの撮影画像のブレを前記第 2 レンズ群の一部のレンズ群を光軸と略垂直な方向に移動させて補償を行なうこととなる。

【0048】[A 4] 前記第 2 レンズ群は物体側より順に物体側に凸面を向けた正レンズ、物体側に凸面を向けたメニスカス状の正レンズ、物体側に凸面を向けたメニスカス状の負レンズより成っており、前記第 3 レンズ群は負レンズと正レンズ、又は正レンズと負レンズとを接合した貼合わせレンズより成っていることである。これにより全変倍範囲にわたり高い光学性能を得ている。

【0049】[A 5] 前記第 4 レンズ群は物体側に凹面を向けた負レンズと像面側に凸面を向けた正レンズとを有していることである。これにより画面全体にわたり高い光学性能を得ている。

【0050】[A 6] 物体側より順に前記第 1 レンズ群は正レンズ、物体側に凸面を向けたメニスカス状の負レンズ、負レンズ、そして物体側に凸面を向けたメニスカス状の正レンズより成っていることである。これにより画面全体にわたり高い光学性能を得ている。

【0051】本発明は、このようにネガティブリードタイプの標準ズームレンズの各レンズ群の特徴を利用して、それを構成する一部のレンズ群を適宜改良することによって、比較的簡易で良好な振動補償防振機能を有したズームレンズを実現している。

【0052】尚、光学系の一部のレンズ群が光軸と垂直な方向に偏心した際に発生する偏心収差については、「光学」第 2 4 巻の第 1 2 号（1995 年 1 2 月）等に開示されている。

【0053】光学系の基準軸に対して横に変位する形の偏心（偏心量 E）によって発生する像面上の収差成分 $\Delta Y(E)$ 、 $\Delta Z(E)$ は、物点の位置を表わす画角を ω 、入射瞳上の光線の入射位置を表わす極座標を (R, ϕ) とするとき、次のような形で表わされる。

【0054】 $\Delta Y(E) = -(E/2\alpha')[(\Delta E) + \tan^2 \omega \{3(VE1) - (VE2)\} + 2R \cos \phi \tan \omega \{3(IIIE) + (PE)\} + R^2 (2 + \cos^2 \phi)(IIE)]$

$\Delta Z(E) = -(E/2\alpha')[2R \sin \phi \tan \omega \{3(IIIE) + (PE)\} + R^2 \sin^2 \phi (IIE)]$

これらの式の右辺にある α' は光学系の像空間における物体近軸光線の値、また (ΔE) 、 $(VE1)$ 、 $(VE2)$ 、 $(IIIE)$ 、 (PE) 、 (IIE) は偏心収差係数 *

$$X = \frac{(1/R) Y^2}{1 + \sqrt{1 - (Y/R)^2}} + BY^4 + CY^6 + DY^8 + EY^{10}$$

なる式で表している。又「 $D=0X$ 」は「 $\times 10^{-4}$ 」を意味している。

* と呼ばれる光学系の構造によって決まる定数である。これらの偏心収差係数の値に関係するのは光学系の中の偏心するエレメントとその後方に位置する部分で、偏心するエレメントより前方の部分は全く関係しない。

【0055】そこで図 29 に示すように、光学系の中の偏心する部分をエレメント A、その後方の部分をエレメント B と呼ぶことにすると偏心収差係数の値はエレメント A の前後の近軸追跡値とエレメント A、B それぞれの 3 次収差係数の値を用いて次のように表わされる。なお近軸追跡値 α_A 、 α'_A 、 α_B 、 α'_B は、それぞれ物体近軸光線と瞳近軸光線（上に bar 付した量は瞳近軸光線に関するものであることを示す）が偏心するエレメントの前後の空間で光軸となす角度を表わすものとする。

【0056】 $(\Delta E) = -2(\alpha'_A - \alpha_A)$

$(VE1) = \{\alpha'_A V_B - \alpha_A (V_A + V_B)\} - \{\alpha'_A III_B - \alpha_A (III_A + III_B)\}$

$(VE2) = \alpha'_A P_B - \alpha_A (P_A + P_B)$

$(IIIE) = \{\alpha'_A III_B - \alpha_A (III_A + III_B)\} - \{\alpha'_A II_B - \alpha_A (II_A + II_B)\}$

$(PE) = \alpha'_A P_B - \alpha_A (P_A + P_B)$

$(IIE) = \{\alpha'_A II_B - \alpha_A (II_A + II_B)\} - \{\alpha'_A I_B - \alpha_A (I_A + I_B)\}$

ここで、 (ΔE) は原点移動、 $(VE1)$ は偏心歪曲収差、 $(VE2)$ は偏心歪曲附加収差、 $(IIIE)$ は偏心非点収差、 (PE) は偏心像面湾曲、 (IIE) は偏心コマ収差をそれぞれ表わす偏心収差係数である。

【0057】本発明の振動補償機能を有したズームレンズは、上述のような構成とすることによって、このように特徴づけられる偏心収差の発生を十分に小さく補正している。

【0058】次に本発明の数値実施例を示す。数値実施例において r_i は物体側より順に第 i 番目のレンズ面の曲率半径、 d_i は物体側より第 i 番目のレンズ厚及び空気間隔、 n_i と v_i は各々物体側より順に第 i 番目のレンズのガラスの屈折率とアッベ数である。又前述の各条件式と数値実施例における諸数値との関係を表-1 に示す。

【0059】又、非球面形状はレンズ面の中心部の曲率半径を R とし、光軸方向（光の進行方向）を X 軸とし、光軸と垂直方向を Y 軸とし、B、C、D、E をそれぞれ非球面係数としたとき、

【0060】

【数 1】

【0061】

【外 1】

[数値実施例 1]

f 28.90~77.37 / Fno 3.3~5.8

r 1= 143.37	d 1= 3.80	n 1=1.60311	v 1= 60.7
r 2= -1223.08	d 2= 0.20		
r 3= 74.35	d 3= 1.50	n 2=1.80610	v 2= 41.0
r 4= 19.28	d 4= 9.20		
r 5= -347.13	d 5= 1.30	n 3=1.71300	v 3= 53.8
r 6= 40.29	d 6= 0.20		
r 7= 29.00	d 7= 5.10	n 4=1.80518	v 4= 25.4
r 8= 128.02	d 8=可変		
r 9= 32.92	d 9= 3.00	n 5=1.77250	v 5= 49.5
r 10= 875.99	d 10= 0.20		
r 11= 14.97	d 11= 3.50	n 6=1.80610	v 6= 41.0
r 12= 32.28	d 12= 1.30		
r 13= 50.11	d 13= 1.30	n 7=1.80518	v 7= 25.4
r 14= 11.87	d 14= 3.50		
r 15= (絞り)	d 15=可変		
r 16= 38.50	d 16= 1.00	n 8=1.76182	v 8= 26.5
r 17= 19.03	d 17= 2.80	n 9=1.60562	v 9= 43.7
r 18= -114.07	d 18=可変		
r 19= 0.00	d 19=可変		
r 20= -43.56	d 20= 1.30	n 10=1.83400	v 10= 37.2
r 21= 77.98	d 21= 1.50		
* r 22= 58.24	d 22= 7.00	n 11=1.60342	v 11= 38.0
r 23= -29.05			

焦点距離 可変間隔	28.90	50.00	77.37
d 8	32.50	11.58	1.44
d 15	0.50	0.50	0.50
d 18	1.00	8.49	21.50
d 19	2.50	12.64	22.50

非球面係数 第22面

B:-8.395 D-06 C:2.510 D-08 D:-9.796 D-11 E:1.624 D-13

1° の振動補償のためのレンズ群の移動量

広角端	-0.686
中間焦点距離	-0.855
望遠端	-0.970

13

14

[数値実施例 2]

f 28.79~77.20 / Fno 3.3~5.8

r 1= 91.78	d 1= 4.70	n 1=1.51633	v 1= 64.2
r 2= 19196.25	d 2= 0.20		
r 3= 77.73	d 3= 1.50	n 2=1.80610	v 2= 41.0
r 4= 19.15	d 4= 9.60		
r 5= -117.62	d 5= 1.30	n 3=1.62299	v 3= 58.2
r 6= 53.44	d 6= 0.20		
r 7= 30.49	d 7= 4.30	n 4=1.76182	v 4= 26.5
r 8= 101.37	d 8=可変		
r 9= 17.82	d 9= 3.00	n 5=1.69680	v 5= 55.5
r10= 36.69	d10= 0.20		
r11= 18.53	d11= 3.60	n 6=1.83400	v 6= 37.2
r12= 28.54	d12= 1.30		
r13= 35.25	d13= 1.20	n 7=1.80518	v 7= 25.4
*r14= 14.11	d14= 3.50		
r15= (絞り)	d15=可変		
r16= 30.85	d16= 1.00	n 8=1.69895	v 8= 30.1
r17= 13.31	d17= 4.00	n 9=1.60562	v 9= 43.7
r18= -101.25	d18=可変		
r19= 0.00	d19=可変		
r20= -254.35	d20= 1.30	n10=1.83400	v10= 37.2
r21= 45.73	d21= 1.00		
r22= 56.22	d22= 4.70	n11=1.57501	v11= 41.5
r23= -58.55			

焦点距離 可変間隔	28.79	50.00	77.20
d 8	34.00	11.86	1.27
d 15	0.50	0.50	0.50
d 18	1.50	7.77	18.04
d 19	2.00	11.77	22.08

非球面係数 第14面

B:3.150 D-05 C:1.420 D-07 D:5.452 D-10 E:1.628 D-11

1° の振動補償のためのレンズ群の移動量	広角端	-0.499
	中間焦点距離	-0.632
	望遠端	-0.725

【0063】

30 【外3】

[数値実施例 3]

f 28.96~77.29 / Fno 3.3~5.8

r 1= 110.17	d 1= 4.17	n 1=1.51633	v 1= 64.2
r 2= -2117.13	d 2= 0.20		
r 3= 103.76	d 3= 1.50	n 2=1.80610	v 2= 41.0
r 4= 20.14	d 4= 8.75		
r 5= -266.51	d 5= 1.30	n 3=1.71300	v 3= 53.8
r 6= 43.70	d 6= 0.20		
r 7= 30.26	d 7= 5.17	n 4=1.76182	v 4= 26.5
r 8= 218.91	d 8=可変		
r 9= 32.16	d 9= 3.00	n 5=1.77250	v 5= 49.6
r 10= -4632.06	d 10= 0.20		
r 11= 15.67	d 11= 3.50	n 6=1.80610	v 6= 41.0
r 12= 31.54	d 12= 1.30		
r 13= 54.37	d 13= 1.74	n 7=1.80618	v 7= 25.4
r 14= 12.30	d 14= 3.50		
r 15= (絞り)	d 15=可変		
r 16= 63.66	d 16= 3.40	n 8=1.60562	v 8= 43.7
r 17= -23.04	d 17= 1.65	n 9=1.76182	v 9= 26.5
r 18= -54.00	d 18=可変		
r 19= 0.00	d 19=可変		
*r 20= -36.17	d 20= 1.30	n 10=1.83400	v 10= 37.2
r 21= 220.37	d 21= 5.96	n 11=1.60342	v 11= 38.0
r 22= -24.12			

焦点距離 可変間隔	28.96	50.00	77.29
d 8	33.12	11.58	1.11
d 15	0.50	0.50	0.50
d 18	0.50	5.92	20.90
d 19	3.00	15.16	23.00

非球面係数 第20面

B:-6.408 D-06 C:3.942 D-09 D:-5.969 D-11 E:1.461 D-13

1° の振動補償のためのレンズ群の移動量

広角端	-0.703
中間焦点距離	-0.870
望遠端	-0.984

【0.064】

【外4】

17
[数値実施例 4]

f 29.06~77.23 / Fno 3.4~5.8

r 1= 57.34	d 1= 1.50	n 1=1.80610	v 1= 41.0
r 2= 19.73	d 2= 9.09		
r 3= 908.73	d 3= 1.30	n 2=1.71300	v 2= 63.8
*r 4= 41.87	d 4= 0.20		
r 5= 31.66	d 5= 5.10	n 3=1.76182	v 3= 26.5
r 6= 175.18	d 6=可変		
r 7= 33.01	d 7= 3.00	n 4=1.77250	v 4= 49.6
r 8=10140.21	d 8= 0.20		
r 9= 16.64	d 9= 3.50	n 5=1.80610	v 5= 41.0
r10= 35.32	d10= 1.30		
r11= 69.48	d11= 2.53	n 6=1.80518	v 6= 25.4
r12= 12.90	d12= 3.50		
r13= (絞り)	d13=可変		
r14= 65.28	d14= 3.40	n 7=1.60562	v 7= 43.7
r15= -22.90	d15= 1.51	n 8=1.76182	v 8= 26.5
r16= -52.60	d16=可変		
r17= 0.00	d17=可変		
r18= -36.55	d18= 1.30	n 9=1.83400	v 9= 37.2
r19= -4131.82	d19= 5.69	n10=1.60342	v10= 38.0
*r20= -24.97			

焦点距離 可変間隔	29.06	50.00	77.23
d 6	34.93	12.18	1.05
d 13	0.50	0.50	0.50
d 16	0.50	7.85	20.98
d 17	3.00	13.25	23.00

非球面係数 第4面

B:-3.672 D-06 C:-6.692 D-09 D:1.665 D-11 E:-9.108 D-14

非球面係数 第20面

B: 5.944 D-06 C:-5.897 D-09 D:9.551 D-11 E:-1.921 D-13

1° の振動補償のためのレンズ群の移動量

広角端	-0.703
中間焦点距離	-0.871
望遠端	-0.985

【0065】

* * 【表 1】
表-1

条 件 式	数 値 実 施 例			
	1	2	3	4
(1) $(fW \cdot fT)^{1/2} / fW$	0.375	0.124	0.412	0.380
(2) $(fW \cdot fT)^{1/2} / fT$	-0.261	-0.473	-0.245	-0.254
(3) $(fW \cdot fT)^{1/2} / f3$	0.795	1.009	0.788	0.793
(4) $(fW \cdot fT)^{1/2} / f4$	0.222	-0.033	0.168	0.177
(5) P 3	0.9	1.119	0.892	0.895
(6) P 4	0.246	0.077	0.207	0.204
(7) I 1 / I 2	-0.955	-1.187	-0.973	-1.103
(8) I 3 / I 2	0.014	0.200	0.053	0.113

【0066】

【発明の効果】本発明によれば以上のように、ズームレンズを構成する一部のレンズ群を光軸と垂直方向に移動させて、該ズームレンズが振動（傾動）したときの画像

のブレを補正する際、各レンズ群の屈折力やパワー配置等を適切に設定することによって、比較的簡易な構成でありながらも全変倍域にわたって良好な光学性能を維持するとともに、振動補償のための機構を具備した際にも

装置全体の小型化を可能とし、かつ振動補償を行なった際にも良好な画像を得ることできる振動補償機能を有したズームレンズを達成することができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】本発明の数値実施例 1 のレンズ断面図

【図 2】本発明の数値実施例 1 の標準状態の広角端の収差図

【図 3】本発明の数値実施例 1 の標準状態の中間の収差図

【図 4】本発明の数値実施例 1 の標準状態の望遠端の収差図

【図 5】本発明の数値実施例 1 の振動補償状態の広角端の収差図

【図 6】本発明の数値実施例 1 の振動補償状態の中間の収差図

【図 7】本発明の数値実施例 1 の振動補償状態の望遠端の収差図

【図 8】本発明の数値実施例 2 のレンズ断面図

【図 9】本発明の数値実施例 2 の標準状態の広角端の収差図

【図 10】本発明の数値実施例 2 の標準状態の中間の収差図

【図 11】本発明の数値実施例 2 の標準状態の望遠端の収差図

【図 12】本発明の数値実施例 2 の振動補償状態の広角端の収差図

【図 13】本発明の数値実施例 2 の振動補償状態の中間の収差図

【図 14】本発明の数値実施例 2 の振動補償状態の望遠端の収差図

【図 15】本発明の数値実施例 3 のレンズ断面図

【図 16】本発明の数値実施例 3 の標準状態の広角端の収差図

【図 17】本発明の数値実施例 3 の標準状態の中間の収差図

10

20

30

* 【図 18】本発明の数値実施例 3 の標準状態の望遠端の収差図

【図 19】本発明の数値実施例 3 の振動補償状態の広角端の収差図

【図 20】本発明の数値実施例 3 の振動補償状態の中間の収差図

【図 21】本発明の数値実施例 3 の振動補償状態の望遠端の収差図

【図 22】本発明の数値実施例 4 のレンズ断面図

【図 23】本発明の数値実施例 4 の標準状態の広角端の収差図

【図 24】本発明の数値実施例 4 の標準状態の中間の収差図

【図 25】本発明の数値実施例 4 の標準状態の望遠端の収差図

【図 26】本発明の数値実施例 4 の振動補償状態の広角端の収差図

【図 27】本発明の数値実施例 4 の振動補償状態の中間の収差図

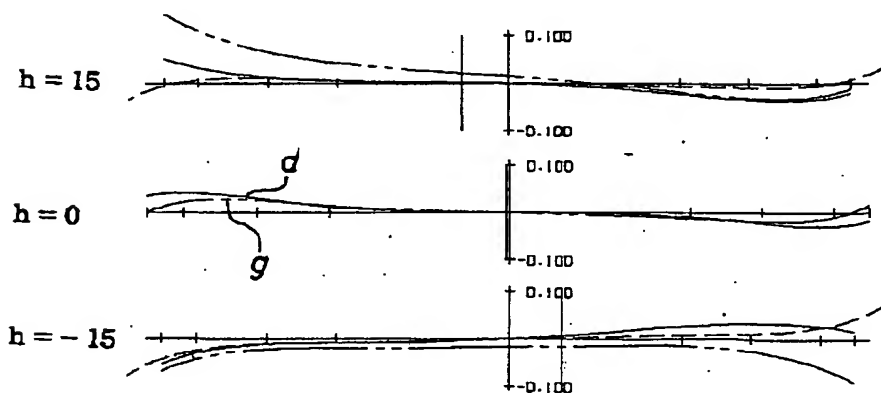
【図 28】本発明の数値実施例 4 の振動補償状態の望遠端の収差図

【図 29】偏心のある光学系の収差についての説明図

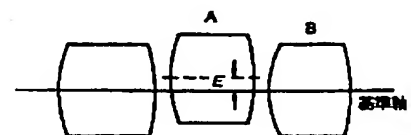
【符号の説明】

L 1	第 1 レンズ群
L 2	第 2 レンズ群
L 3	第 3 レンズ群
L 4	第 4 レンズ群
S P	開口絞り
M P	移動絞り
I P	像面
d	d 線
g	g 線
ΔS	サジタル像面
ΔM	メリディオナル像面
h	像高

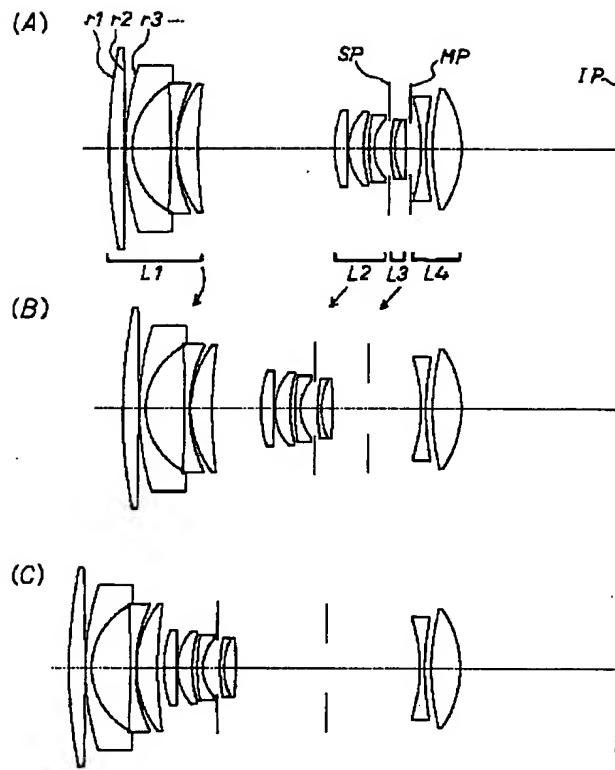
【図 5】



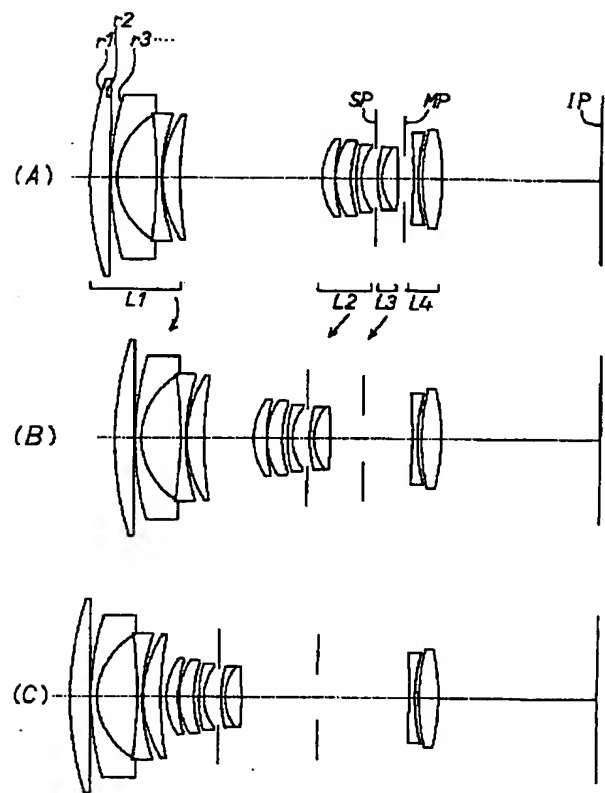
【図 29】



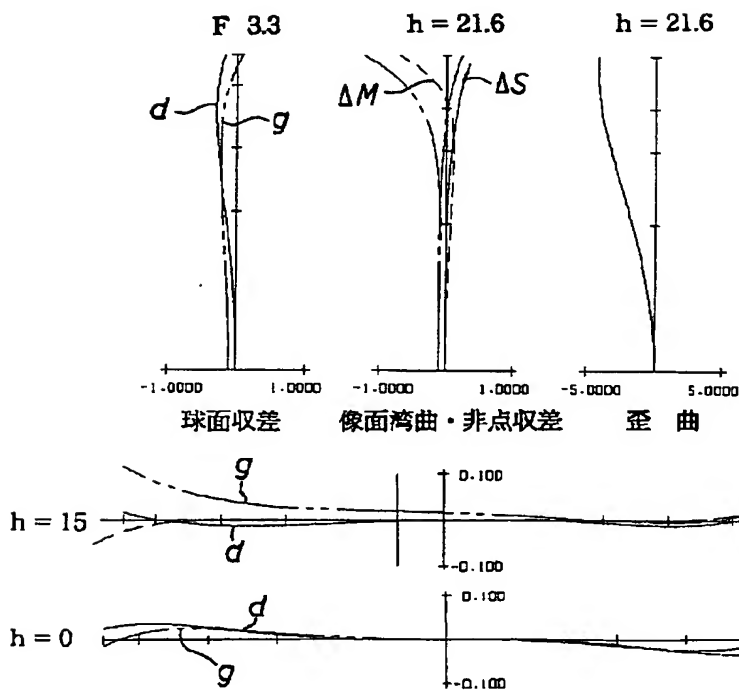
【図1】



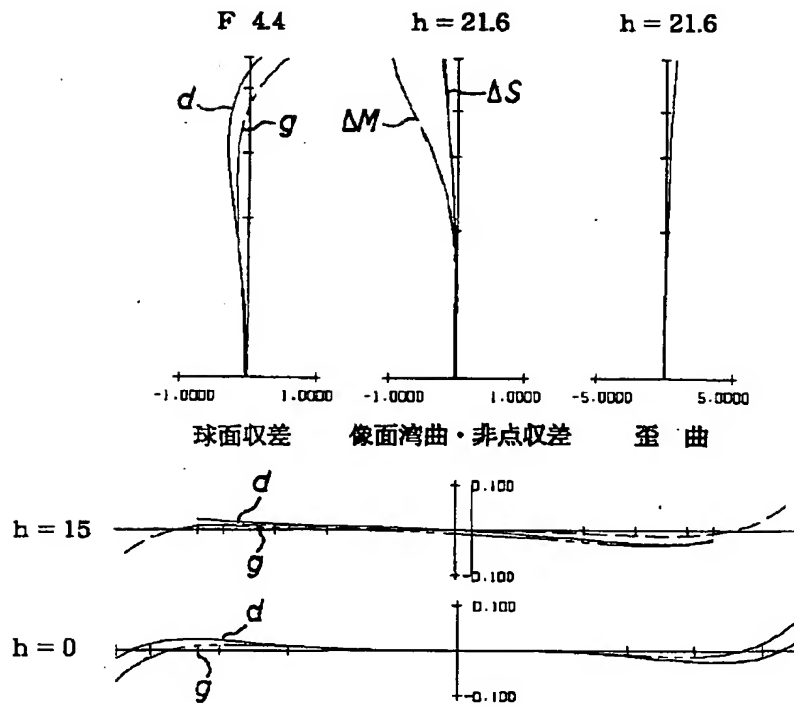
【図8】



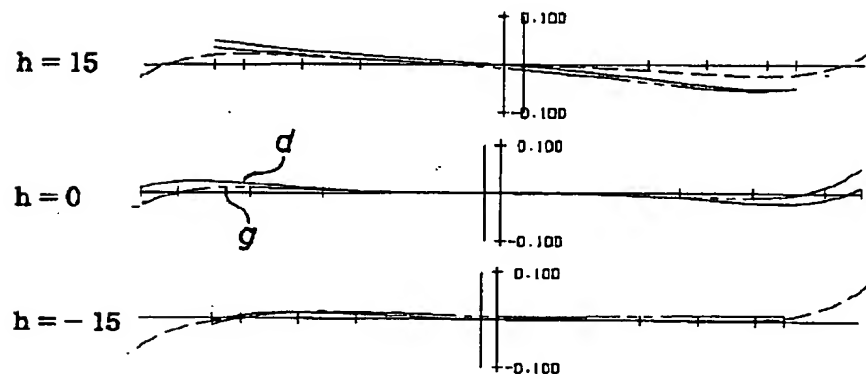
【図2】



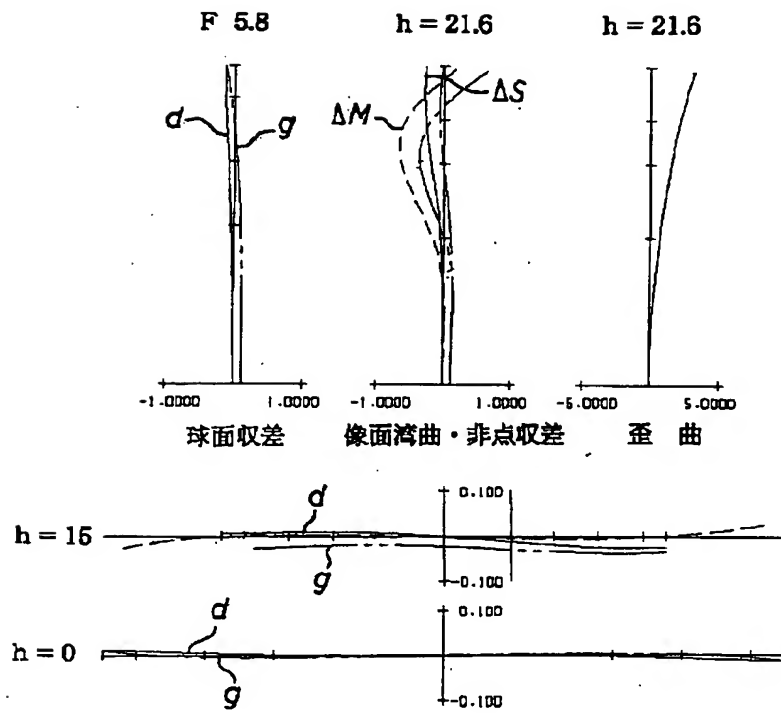
【図3】



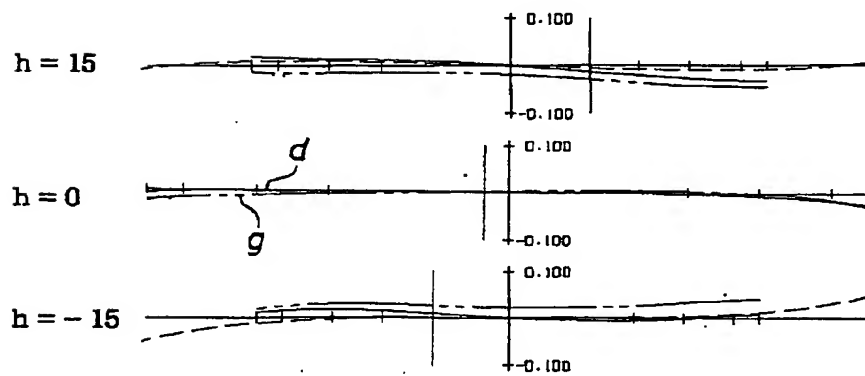
【図6】



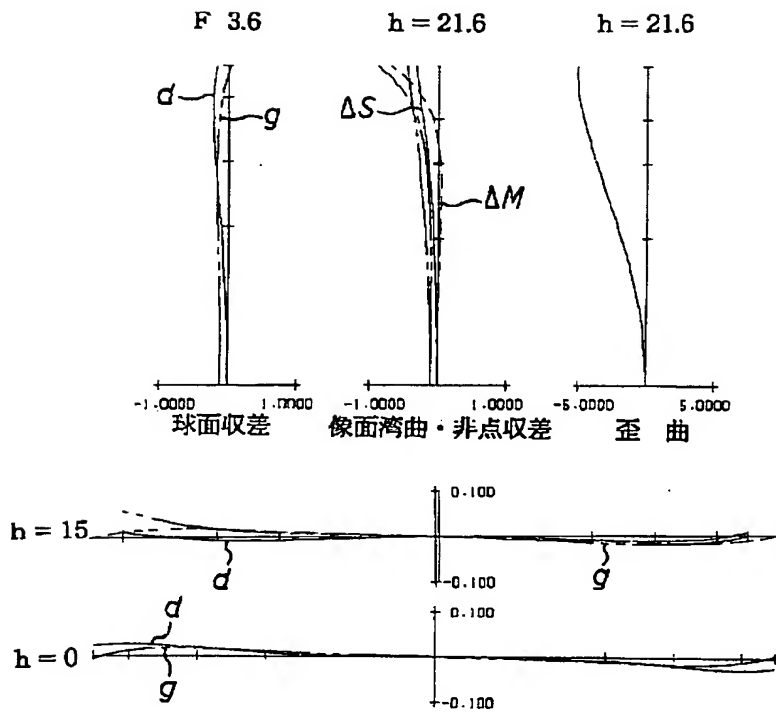
【図4】



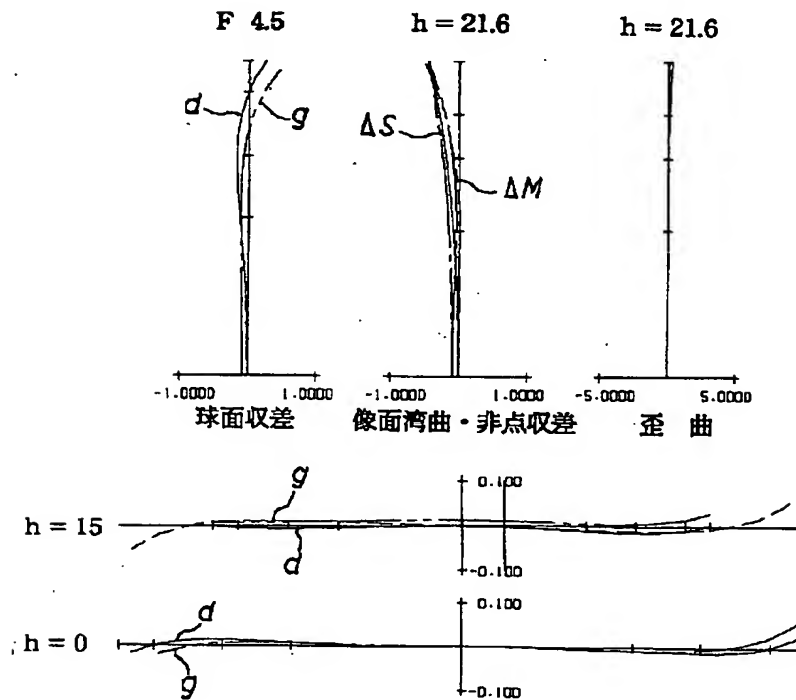
【図7】



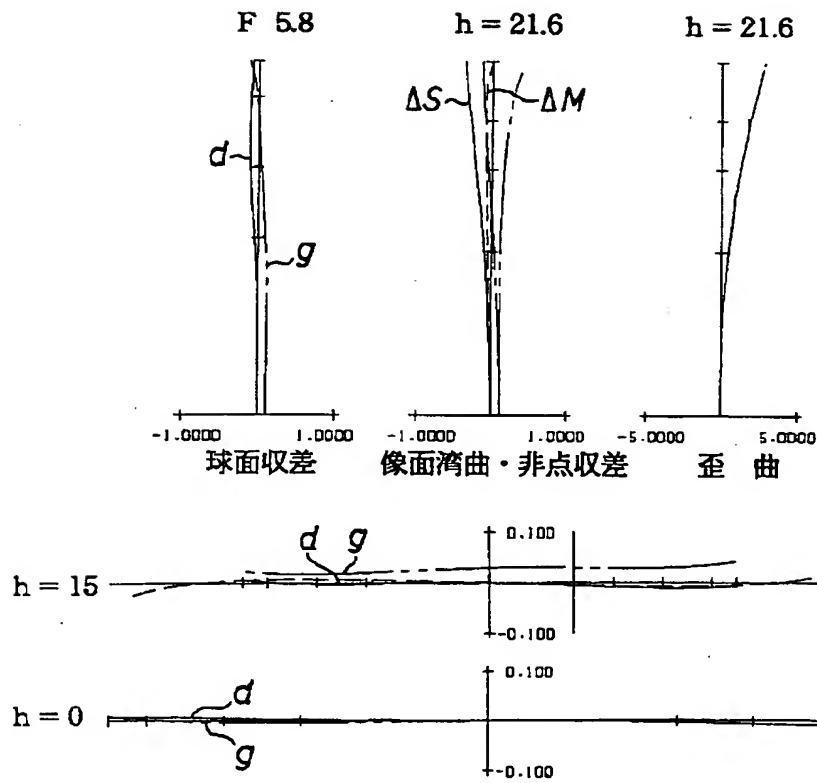
【図9】



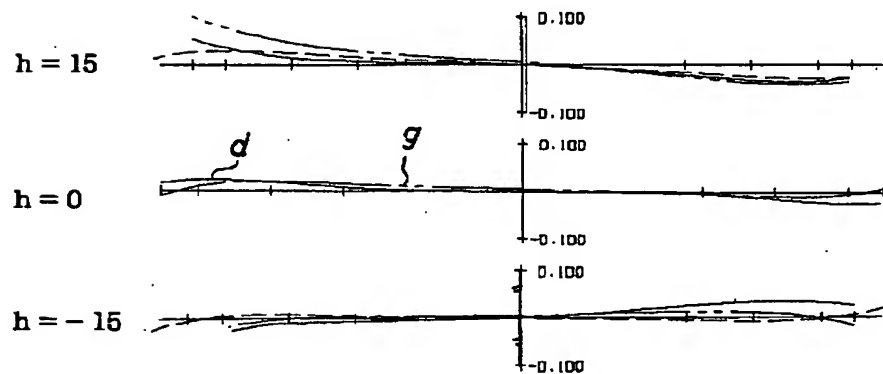
【図10】



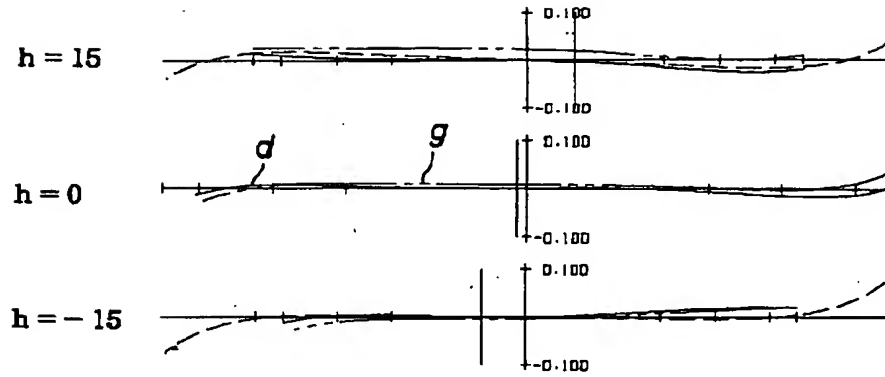
【図 11】



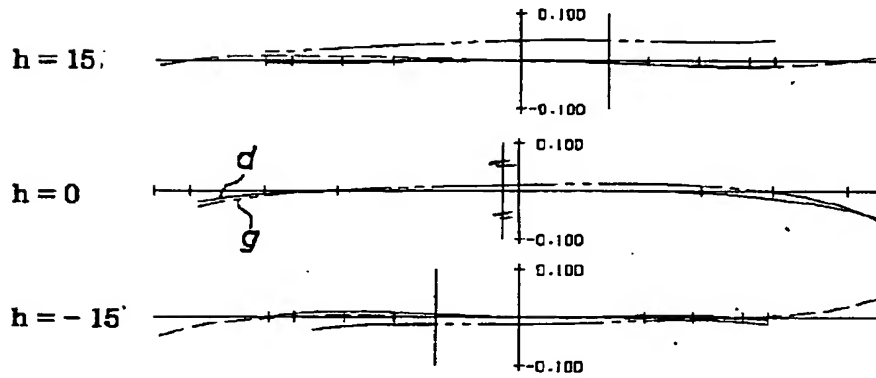
【図 12】



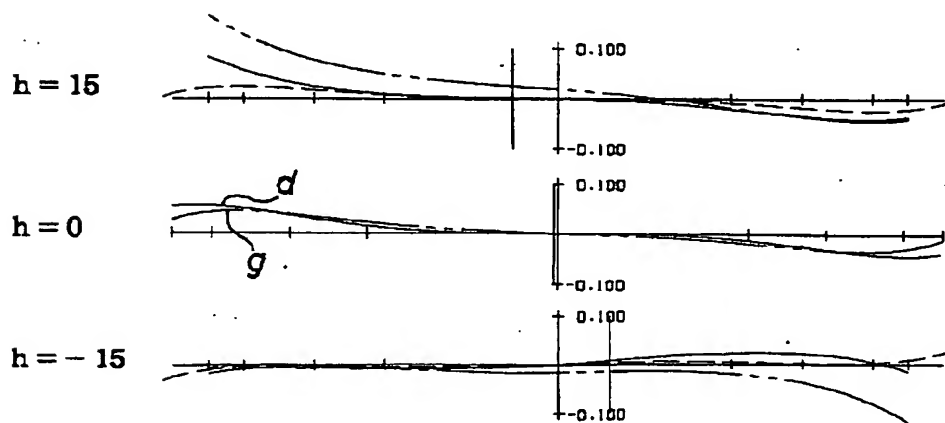
【図 13】



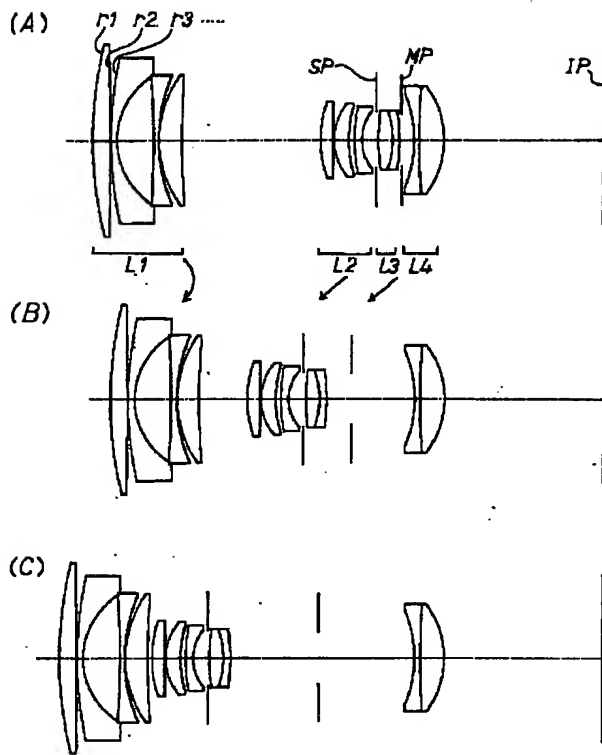
【図 14】



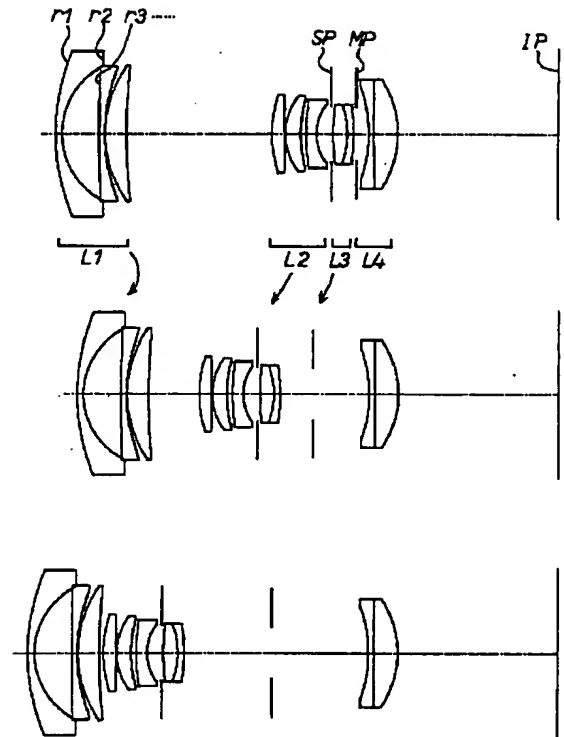
【図 19】



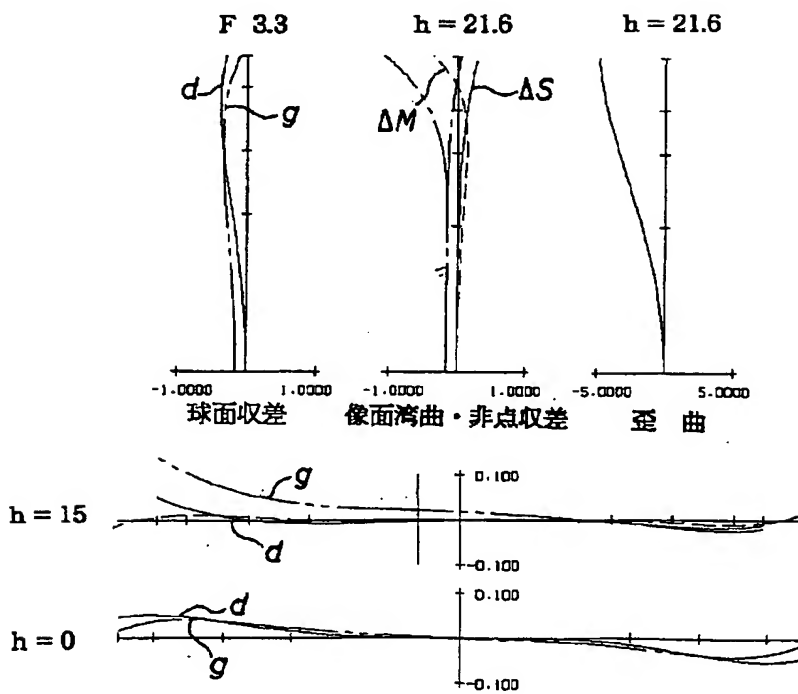
【図 1 5】



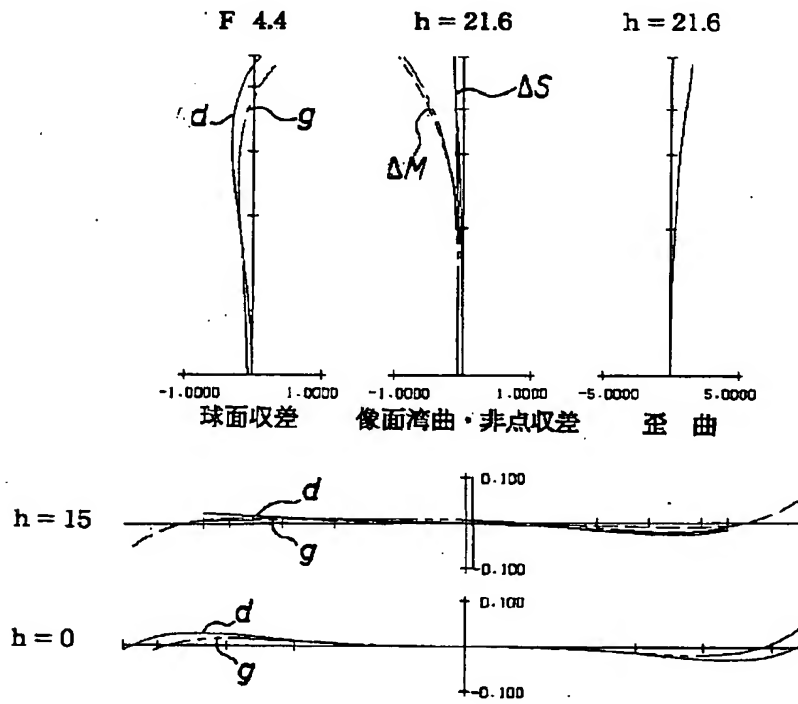
【図 2 2】



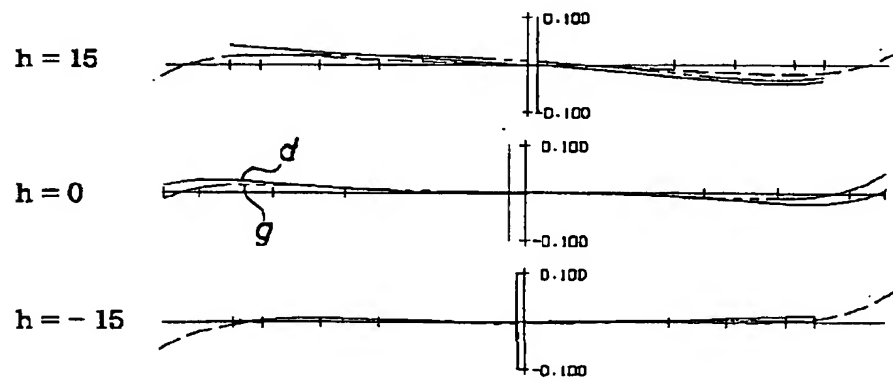
【図 1 6】



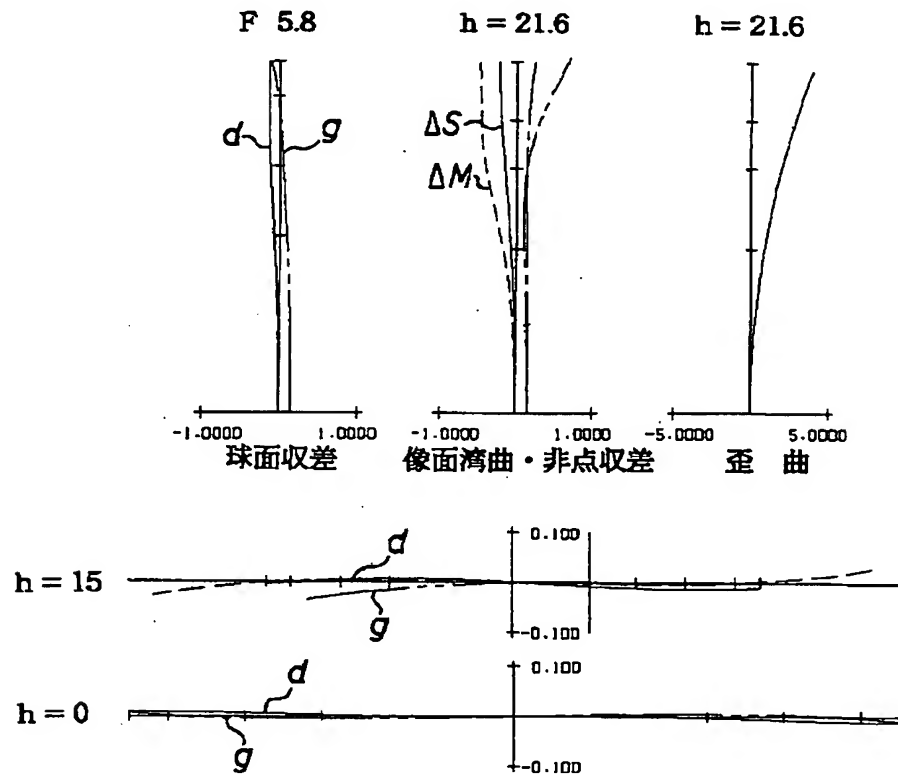
【図 17】



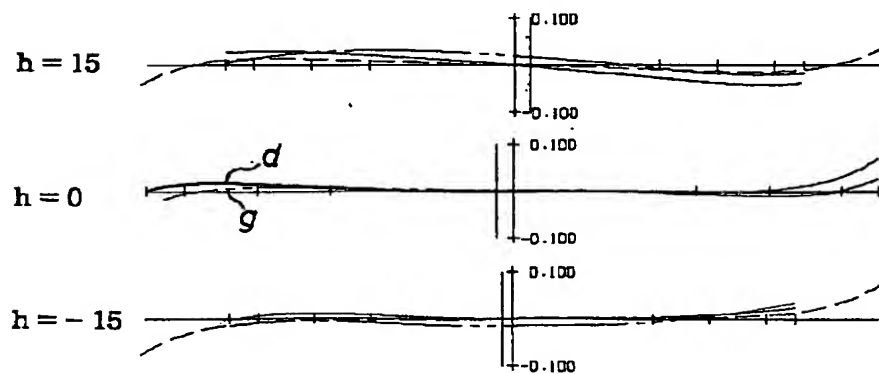
【図 20】



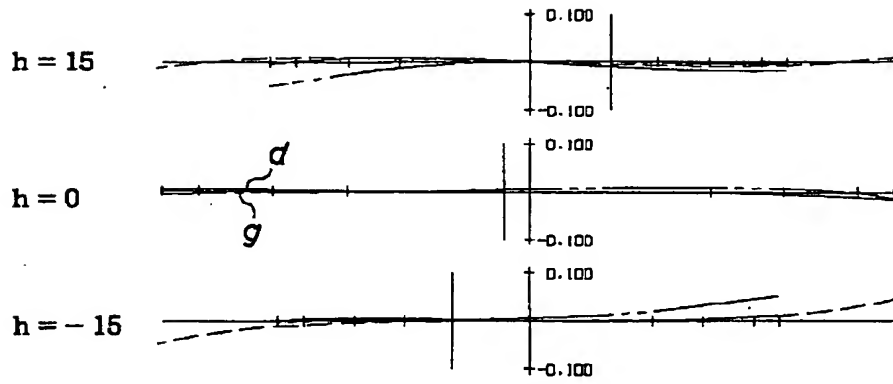
【図 18】



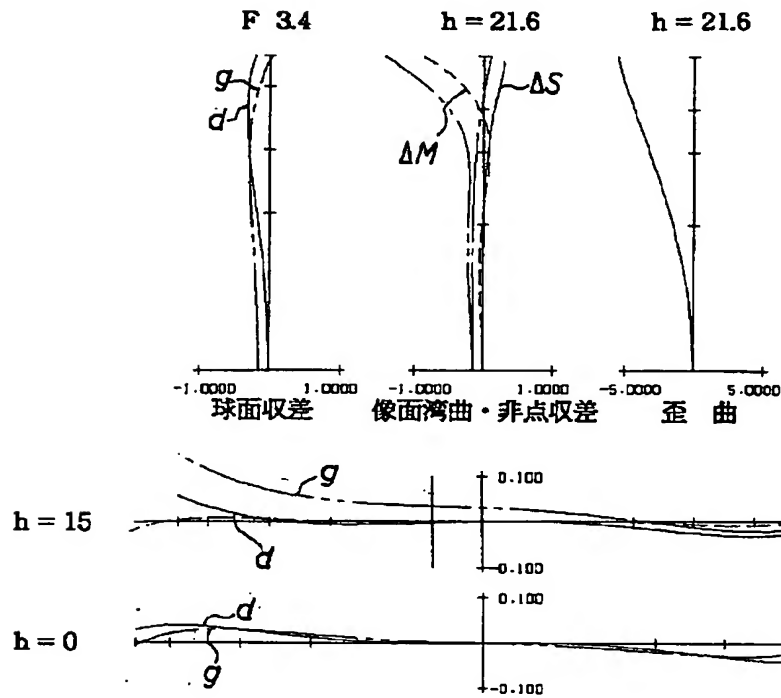
【図 27】



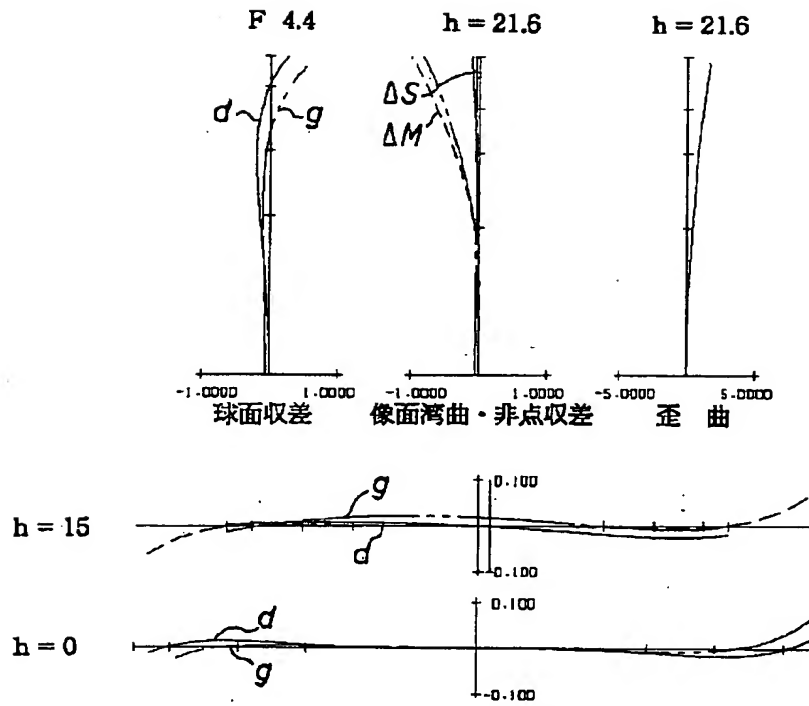
【図 21】



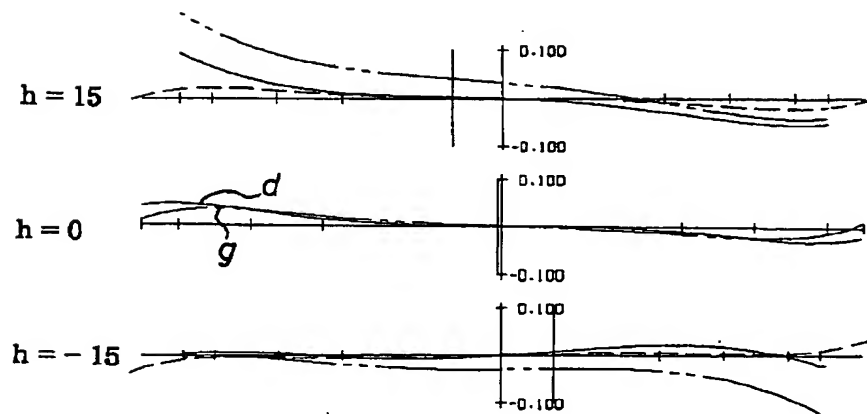
【図 23】



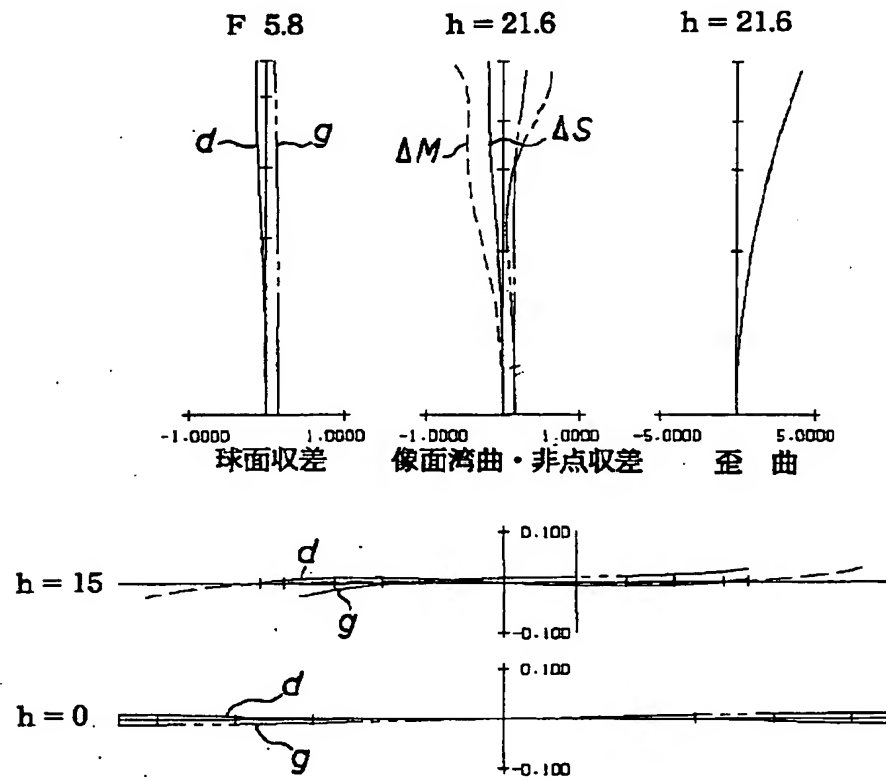
【図 2 4】



【図 2 6】



【図 25】



【図 28】

